

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

**Možnosti snížení dopadu plánovaných odstávek zařízení
distribuční soustavy na odběratele elektřiny**
**Options to Reduce Planned Shutdowns Impact of Distribution
System Equipment to Electricity Customers**

Diplomová práce

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lumír Kvita**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: Možnosti snížení dopadu plánovaných odstávek zařízení distribuční
soustavy na odběratele elektřiny
Options to Reduce Planned Shutdowns Impact of Distribution System
Equipment to Electricity Customers

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretický rozbor distribučních sítí
2. Legislativa související s problematikou provozování distribučních sítí
3. Členění plánovaných odstávek
4. Vliv jednotlivých druhů odstávek na ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny
5. Možnosti omezení vlivu plánovaných odstávek na odběratele elektřiny
6. Ekonomické zhodnocení navržených možností
7. Analýza dosažených výsledků a stanovení závěrů pro praxi

Seznam doporučené odborné literatury:

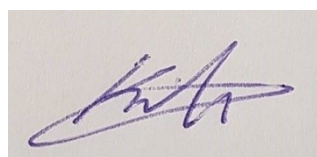
Hradílek Z. : Elektroenergetika, skriptu VŠB Ostrava 1992

Šoltys J. :Optimalizace plánovaných odstávek v distribučních sítích, disertační práce Ostrava 2014

Technická dokumentace ČEZ Distribuce

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.



.....

podpis

V Ostravě dne 30.4.2018

Lumír Kvita

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval panu prof. Ing. Stanislavu Ruskovi, CSc. za vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Jiřímu Šoltysovi, Ph.D. za odborné rady, cenné připomínky a konzultace, které mi umožnily tuto diplomovou práci dokončit.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá jednotlivými druhy plánovaných odstávek v distribuční soustavě a nabízí jednotlivé způsoby řešení obnovy dodávky elektrické energie odběratelům. V úvodu je provedena analýza vývoje distribuční soustavy České republiky v časovém úseku šesti let od roku 2011 do roku 2016. Dále je graficky znázorněn rozbor rozdělení odstávek podle různých napěťových hladin. Práce hodnotí vliv jednotlivých druhů odstávek na ukazatele nepřetržitosti distribuce a možnosti snížení jejich vlivu. Následně jsou v ní také navrženy způsoby snížení dopadu odstávek na odběratele elektřiny při zachování požadavků platné legislativy na jejich realizaci. Podstatnou část obsahu tvoří ekonomická analýza jednotlivých způsobů obnovení dodávky elektrické energie a na závěr je provedeno jejich zhodnocení včetně volby a doporučení nejvhodnějšího řešení.

Klíčová slova

Distribuční soustava, plánovaná odstávka, ukazatel nepřetržitosti distribuce, odběratel elektřiny, distributor elektřiny

Abstract

The thesis deals with individual types of planned shutdowns in the distribution system and offers individual ways of resolving the supply of electricity to customers. In the beginning, an analysis of the development of the distribution system of the Czech Republic for six years period of time from 2011 to 2016 was done. Further, analysis of the distribution breakdown according to different voltage levels is graphically indicated. The work evaluates individual types of shutdowns depending on the continuity of distribution indicators and the possibility of reducing their impact. It also proposes ways of reducing the impact of downtime on electricity consumers and at the same time maintaining the requirements of the legislation in force for their implementation. The main part includes an economic analysis of individual ways for the renewal of electric energy and finally, an evaluation including recommendation of the most appropriate solution is made.

Key Words

distribution system, planned shutdowns, distribution continuity indicators, electricity consumers, electricity suppliers

Seznam použitých symbolů a zkratek

DS	.....	distribuční soustava
DTS	.....	distribuční trafostanice
ES	.....	elektrizační soustava
NN	.....	nízké napětí
VN	.....	vysoké napětí
VVN	.....	velmi vysoké napětí
ZVN	.....	zvláště vysoké napětí
SAIFI	.....	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	.....	System Average Interruption Duration Index
CAIDI	.....	Customer Average Interruption Duration Index
PPN	.....	práce pod napětím
ŘPÚ	.....	řád preventivní údržby
RCM	.....	spolehlivě orientovaná údržba

Seznam obrázků

<i>Obr. 1.1 Uspořádání elektrizační soustavy [3]</i>	14
<i>Obr. 1.2 Rozdělení distribučních sítí v České Republice [3]</i>	15
<i>Obr. 1.3 Paprskové sítě [1]</i>	16
<i>Obr. 1.4 Průběžné sítě [1]</i>	17
<i>Obr. 1.5 Okružní sítě [1]</i>	17
<i>Obr. 1.6. Zjednodušená Mřížová síť [1]</i>	18
<i>Obr. 1.7 Klasická mřížová síť [3]</i>	19
<i>Obr. 1.8 Rozdělení proudů v klasické mřížové síti při zkratu[3]</i>	19
<i>Obr. 1.9 Jednosystémová mřížová síť [3]</i>	20
<i>Obr. 1.10 Dvousystémová mřížová síť [3]</i>	20
<i>Obr.6.1 Elektrocentrála jako náhradní zdroj energie firmy Ospot tech [7]</i>	42
<i>Obr.6.2 Příklad napojení provizorního vedení [6]</i>	42
<i>Obr 7.1 Schéma motivační regulace kvality [5]</i>	44
<i>Obr.8.1 Schéma modelu paprskové sítě</i>	46

Seznam tabulek

<i>Tab. 1.1 Porovnání sítí nn [3].....</i>	<i>21</i>
<i>Tab. 1.2 Principiální řešení sítí jednotlivých napěťových úrovní [3]</i>	<i>22</i>
<i>Tab.2.1 Vývoj distribuční soustavy za období šesti let.....</i>	<i>23</i>
<i>Tab. 4.1 Rozdělení odstávek dle napěťových hladin za pětileté období [6]</i>	<i>35</i>
<i>Tab.7.1 Hodnoty oceňované kvality vztažené pro ukazatel SAIFI [5]</i>	<i>45</i>
<i>Tab.7.2 Hodnoty oceňované kvality vztažené pro ukazatel SAIDI [5].....</i>	<i>45</i>
<i>Tab.8.1 Náklady za pronájem jednotlivých elektrocentrál.....</i>	<i>48</i>
<i>Tab.8.2 Náklady za dopravu jednotlivých elektrocentrál.....</i>	<i>48</i>
<i>Tab.8.3 Náklady za instalaci a deinstalaci</i>	<i>49</i>
<i>Tab.8.4 Celkové náklady za pronájem</i>	<i>49</i>
<i>Tab.8.5 Denní nájemné elektrocentrály ER 400</i>	<i>50</i>
<i>Tab.8.6 Nájemné za pronájem elektrocentrál s dobou delší než 30 dní.....</i>	<i>50</i>
<i>Tab.8.7 Náklady na třiceti denní pronájem elektrocentrál</i>	<i>51</i>
<i>Tab.8.8 Pronájem elektrocentrál pro různý počet dní</i>	<i>51</i>
<i>Tab.8.9 Minimální délka odstávky</i>	<i>52</i>

Seznam grafů

<i>Graf 2.1</i> Roční změny délky venkovního vedení VVN	24
<i>Graf 2.2</i> Roční změny délky venkovního vedení VN.....	24
<i>Graf 2.3</i> Roční změny délky venkovního vedení NN.....	24
<i>Graf 2.4</i> Roční změny délky kabelového vedení VVN	25
<i>Graf 2.5</i> Roční změny délky kabelového vedení VN.....	25
<i>Graf 2.6</i> Roční změny délky kabelového vedení NN.....	25
<i>Graf 2.7</i> Roční změny počtu odběrných míst na hladině VVN	26
<i>Graf 2.8</i> Roční změny počtu odběrných míst na hladině VN.....	26
<i>Graf 2.9</i> Roční změny počtu odběrných míst na hladině NN	26
<i>Graf 2.10</i> Rozložení počtu odběrných míst na hladině VVN mezi jednotlivé společnosti	27
<i>Graf 2.11</i> Rozložení počtu odběrných míst na hladině VN mezi jednotlivé společnosti	27
<i>Graf 2.12</i> Rozložení počtu odběrných míst na hladině NN mezi jednotlivé společnosti	27
<i>Graf 4.1.</i> Procentuální rozložení odstávek dle napěťových hladin	35
<i>Graf 4.2</i> Počet odstávek rozložen do různých napěťových hladin	36
<i>Graf 5.1</i> Závislost omezení odstávek dle různých napěťových hladin [6].....	40

Obsah

Úvod.....	13
1. Elektrizační soustava.....	14
1.1 Teoreticky rozbor distribučních sítí	14
1.1.1 Distribuční soustava	15
1.2 Druhy rozvodů	16
1.2.1 Paprskové sítě.....	16
1.2.2 Průběžné sítě	17
1.2.3 Okružní sítě	17
1.2.4 Zjednodušená Mřížová síť.....	18
1.2.5 Klasická mřížová síť	18
1.3 Řešení soustav různých napětí z hlediska spojení uzlů vinutí transformátoru	21
2. Distribuční soustava České Republiky.....	23
3. Legislativa související s problematikou provozování distribučních sítí.....	28
3.1 Část první - obecná část	28
3.1.1 §1 Předmět úpravy	28
3.1.2 §2 Základní pojmy	28
3.1.3 §3 Obecná ustanovení	28
3.1.4 §4 Uplatnění náhrad	29
3.2 Část druhá - standardy přenosu nebo distribuce elektřiny	30
3.2.1 §5 Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny	30
3.2.2 §6 Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny	31
3.2.3 §8 Standard kvality napětí.....	32
3.2.4 §4 Standard lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí	32
3.2.5 §12 Standard umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny.....	32
4. Členění plánovaných odstávek.....	34
4.1 Příprava provozu distribuční soustavy v členění.....	34
4.2 Údaje potřebné pro přípravu provozu	34
4.3 Požadované informace o odstávce	34
4.4 Rozdělení plánovaných odstávek	35
4.4.1 Rozdělení dle napěťových hladin.....	35
4.4.2 Rozdělení dle délky odstávek.....	36
4.4.3 Rozdělení dle příčiny odstávky	36

4.4.4 Rozdělení dle dopadu na zákazníky	36
4.5 Pravidla pro omezování odběratelů při plánovaných odstávkách	37
5. Vliv jednotlivých druhů odstávek na ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny.....	38
5.1 Ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny	38
5.1.1 Hladinové ukazatele	38
5.2. Vliv odstávek dle napěťových hladin.....	40
6. Možnosti omezení vlivu plánovaných odstávek na odběratele elektřiny	41
7. Ekonomické zhodnocení navržených možností	43
7.1 Hodnocení ukazatelů nepřetržitosti	43
8. Analýza dosažených výsledků a stanovení závěrů pro praxi	46
8.1 Příklad obnovení dodávky elektrické energie použitím náhradních zdrojů	47
8.2 Příklad obnovení dodávky elektrické energie výstavbou náhradního vedení	50
Závěr	53
Seznam použité literatury	54

Úvod

Tato práce se bude zabývat jednotlivými odstávkami v distribuční síti a snížení jejich dopadu na odběratele elektřiny. V dnešní době plné elektroniky a domácích spotřebičů si nedovedeme představit den, ve kterém bychom nevyužili elektřinu jako zdroj energie. Každá domácnost nebo firma je závislá na spolehlivých dodávkách elektrické energie a její nedodání má při nejmenším negativní dopad na pohodlí člověka a v případě průmyslových závodů nebo i různých firem také negativní dopad z hlediska ušlého peněžního zisku nebo také problémy se vznikem smluvních pokut za nevykonáním předem smluvených služeb.

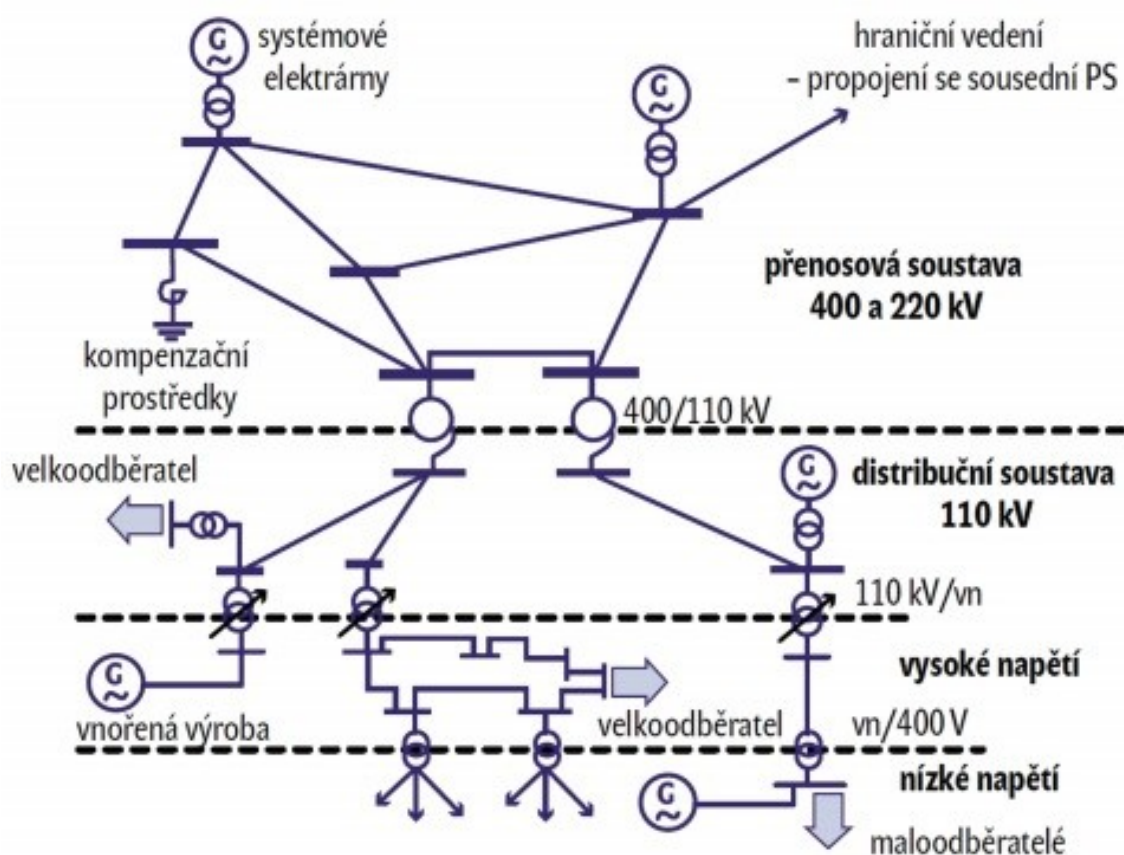
Proto se v této práci budu v první části zabývat teorií distribuční soustavy a jejím vývojem v České republice za časové období posledních šesti let a také analýzou rozložení počtu odběrných míst mezi jednotlivé distribuční společnosti. Další část bude věnována legislativě spojené s provozováním distribučních soustav.

Díky nutnosti sledovat ukazatele nepřetržitosti distribuce a poté jejich vyhodnocování a předání roční zprávy energetickému regulačnímu úřadu se v této práci budu také zabývat vlivu jednotlivých odstávek na tyto ukazatele.

Cílem této práce je ovšem navrhnout možnosti snížení dopadu plánovaných odstávek na odběratele elektřiny a provést ekonomickou analýzu těchto navržených možností a stanovit závěry a doporučení pro praxi.

1. Elektrizační soustava

Elektrizační soustava se skládá ze tří částí. První částí jsou zařízení pro výrobu, a to elektrárny. Elektřina, která v elektrárnách vyrobena, se dále přenáší k zákazníkům, odběratelům přenosovou soustavou, která tvoří druhou část elektrizační soustavy. Jejím úkolem je udržet výkonovou bilanci a přenést elektřinu z výroby do poslední části elektrizační soustavy, kterou je distribuční soustava. Smyslem a cílem této soustavy je dodávka elektřiny jednotlivým odběratelům.



Obr 1.1 Uspořádání elektrizační soustavy [3]

V mé diplomové práci se budu zabývat poslední částí této soustavy a tou je distribuční soustava.

1.1 Teoretický rozbor distribučních sítí

Na elektrické sítě jsou kladeny tyto požadavky :

- bezpečný provoz
- provozní spolehlivost
- přehlednost

- možnost rychlého odstranění poruch
- hospodárnost provozu
- možnost rozšiřování elektrických rozvodů a jejich modernizace
- unifikace jednotlivých částí rozvodu

Tyto požadavky jsou základní, další požadavky se vyskytnou při konkrétních odběrech. Mnoho průmyslových rozvodů má svá další specifika např. důlní rozvody, rozvody v hutních závodech apod. [1]

1.1.1 Distribuční soustava

Distribuční soustava propojuje zařízení a vedení z přenosové soustavy s koncovými uživateli - odběrateli. Tato soustava obsahuje velké množství dílčích zařízení. K hlavním aparátům, které lze v DS nalézt patří různé měřicí, řídící, ochranné a informační prvky. V DS se pak nacházejí další transformátory, které transformují napětí na další nižší napětí. Napětí v této soustavě nepřekračuje 110 kV. V České republice se v distribuční soustavě používají napětí 110 kV, 35 kV, 22 kV a 0,4 kV. Elektřina v distribuční soustavě není vedena pouze nadzemním vedením, ale pro přenos elektřiny se využívají i kabelová vedení. Kromě propojení koncových uživatelů, se do této soustavy připojují i malé zdroje, resp. malé výroby elektřiny, s výkony řádu desítek MW. [2]



Obr 1.2 Rozdělení distribučních sítí v České Republice [3]

Distribuční soustava 110 kV

Tvoří základní pilíř distribuční soustavy. Sítě zajišťují tranzit elektřiny z uzlových transformoven ZVN/VVN a VVN/VVN do transformoven 110/VN kV. Do těchto sítí je vyveden výkon řady elektráren o výkonech desítek MW, jsou provozovány zpravidla jako okružní a zvolenému způsobu provozu odpovídá i použitý systém chránění distančními ochranami. Sítě se vyznačují spolu s vedeními ZVN a VVN přenosové soustavy vysokou spolehlivostí, velice nízkou četností poruch a díky způsobu provozu a zálohování většina poruch při správném působení ochranných systémů nezpůsobí přerušení dodávky elektřiny odběratelům. Vedení jsou nejčastěji konstruována jako dvojítá (dvě vedení na jednom stožáru), nicméně v ČR se vyskytují i vedení jednoduchá, trojitá a čtyřnásobná. [3]

Distribuční síť VN

Jsou tvořeny venkovními a kabelovými vedeními provozovanými v převážné míře s napětím 22 kV, resp. 35 kV. Z minulosti jsou v provozu sítě s napětím 3, 6 a 10 kV. Tyto sítě ale nejsou dále rozvíjeny a jsou v rámci unifikace nahrazovány napětíovou hladinou 22 kV, resp. 35 kV. V drtivé většině jsou tyto sítě provozovány paprskově případně formou průběžného rozvodu. V městských aglomeracích toto řešení většinou umožňuje řadu propojení do dvojpaprskového nebo okružního rozvodu. [3]

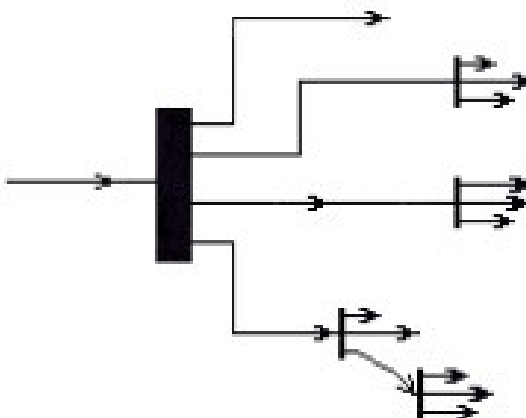
Distribuční síť NN

Jsou provozovány převážně paprskovým a průběžným rozvodem, husté městské sítě jsou provedeny jako mřížové. [3]

1.2 Druhy rozvodů

1.2.1 Paprskové sítě

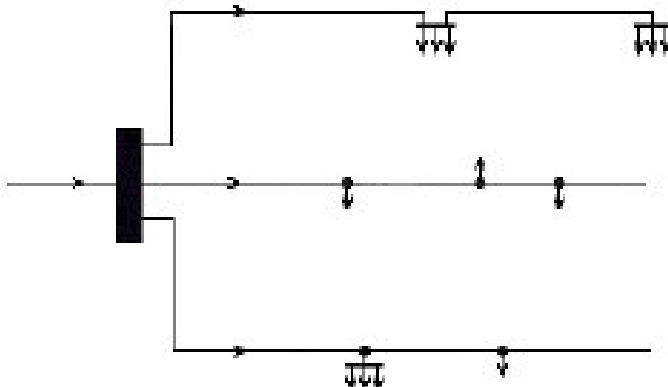
Tento druh sítě je velmi jednoduchý, snadno se udržuje, snadné je rovněž vyhledávání poruch. Tento typ rozvodu nemá zajištěno rezervní napájení. Výpadek kteréhokoli prvku rozvodu má za následek výpadek napájení jednoho nebo více odběrných míst. [1]



Obr. 1.3 Paprskové síť [1]

1.2.2 Průběžné sítě

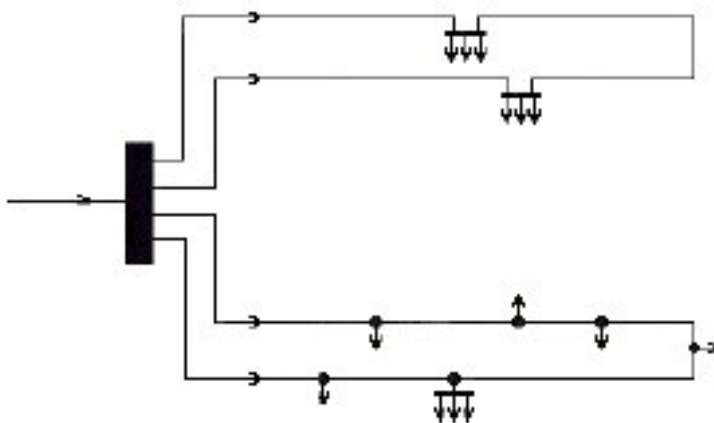
Tento typ je přehledný, ale vzhledem ke své konfiguraci musí mít větší průřezy kabelů z napájecí rozvodny. Počet kabelů je menší než u paprskové sítě.[1]



Obr. 1.4 Průběžné sítě [1]

1.2.3 Okružní sítě

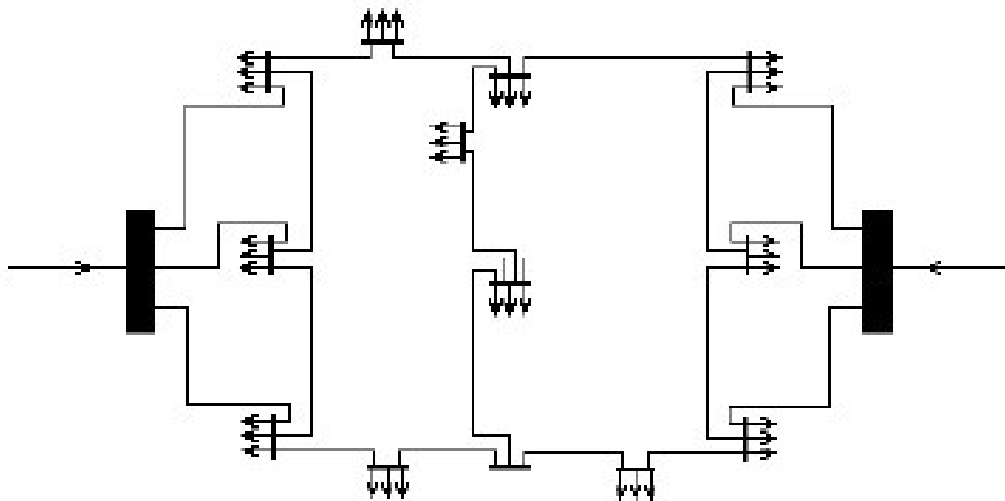
U tohoto typu sítě má každé odběrné místo napájení ze dvou stran (i při jedné vstupní elektrické stanici). Tím se zvýší spolehlivost napájení jednotlivých odběrů. Většinou se tento typ rozvodu provozuje jako rozpojený a při poruše některého vodiče se provádí příslušné manipulace.[1]



Obr. 1.5 Okružní sítě [1]

1.2.4 Zjednodušená Mřížová síť

Takzvaná zjednodušená mřížová síť vyžaduje nejméně dva napáječe. Jednotlivá vedení (větvě) se stýkají v uzlech, které tvoří pojistkové skříně nebo rozvodnice. Při poruše (např. zkrat) je pojistkami odpojeno příslušné vedení, ale uzel je napájen z ostatních větví. Tento typ sítě je náročný na údržbu (kontrola stavu pojistek), zajišťuje však nejvyšší spolehlivost napájení jednotlivých odběrů. [1]

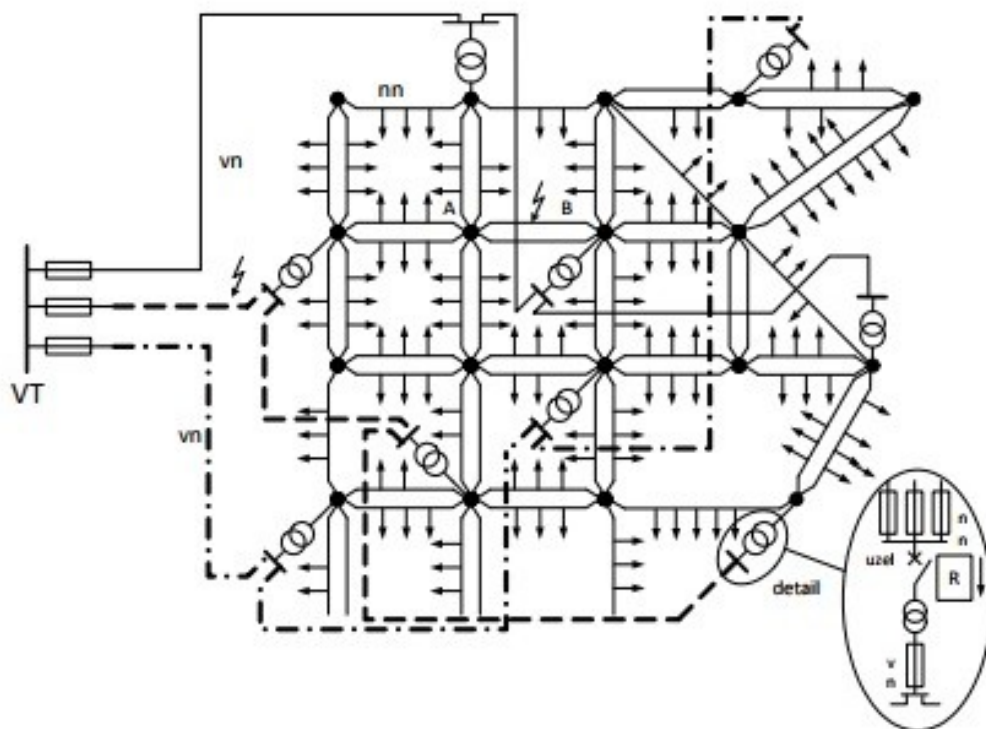


Obr. 1.6. Zjednodušená Mřížová síť [1]

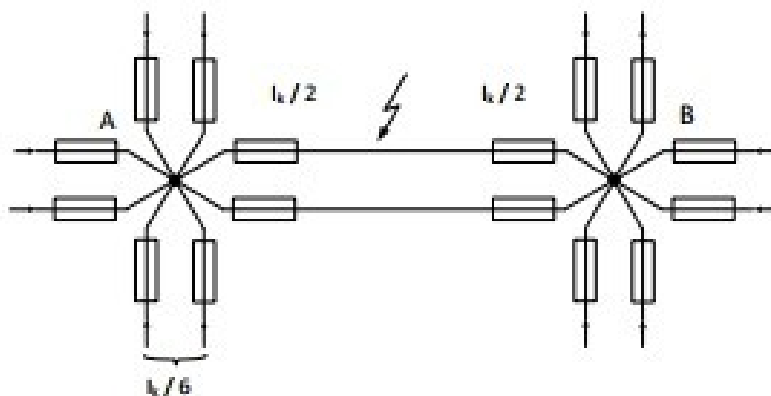
1.2.5 Klasická mřížová síť

Klasické mřížové sítě NN se zpravidla používají ve větších městech s měrnou hustotou 1 MW/km a více, kde je několik transformoven napájených nejméně dvěma, lépe třemi až pěti napáječi VN. Kabelové vedení NN se spojí na křižovatkách ulic do uzlu. Jsou to skříně s pojistkami zazděné na vhodných místech v domovních zdech nebo umístěné do samostatných pilířů. Pojistky NN mají mít pomalou charakteristiku a ve všech skříních stejnou jmenovitou hodnotu. Nastane-li porucha v úseku sítě NN mezi dvěma skříněmi, rozdělí se proud. Z charakteristiky pojistek je zřejmé, že se pojistky na porušeném vývodu přetaví za kratší čas, a to tak rychle, že ostatní pojistky zůstanou neporušeny. Vyřadí se tak z provozu pouze porušený úsek A-B. [3]

V klasické mřížové síti je vyšší spolehlivost zásobování odběratelů při poruše některého napáječe VN než v ostatních typech sítí. Nastane-li porucha na napáječi VN, teče zkratový proud do místa zkratu nejen z místa napájení VT, ale i ze strany sítě NN. Pro tento případ jsou na straně NN každého transformátoru spínače ovládané směrovými relé, která dají popud k vypnutí vadného napáječe v případě toku výkonu z NN do VN. Téměř současně vypne spínač ve stanici VT, takže napáječ č. 2 zůstane bez napětí, ale zásobování mřížové sítě zůstane neporušeno. [3]

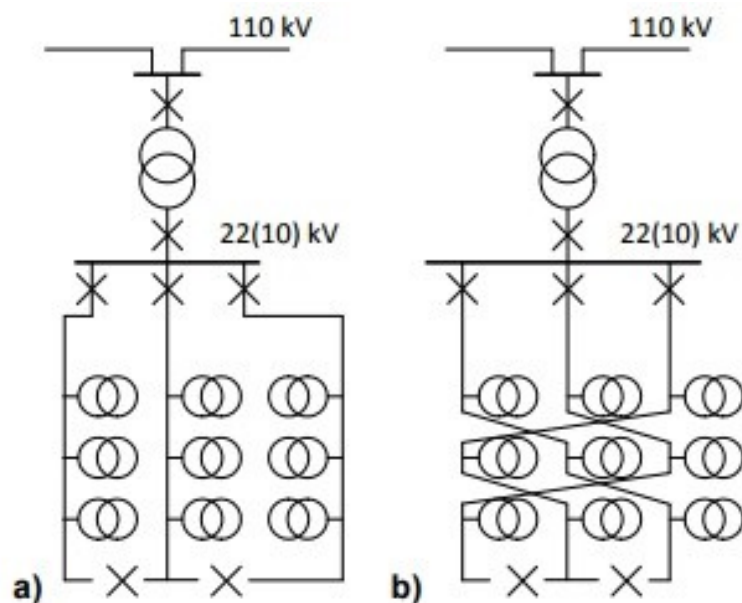


Obr. 1.7 Klasická mřížová síť [3]

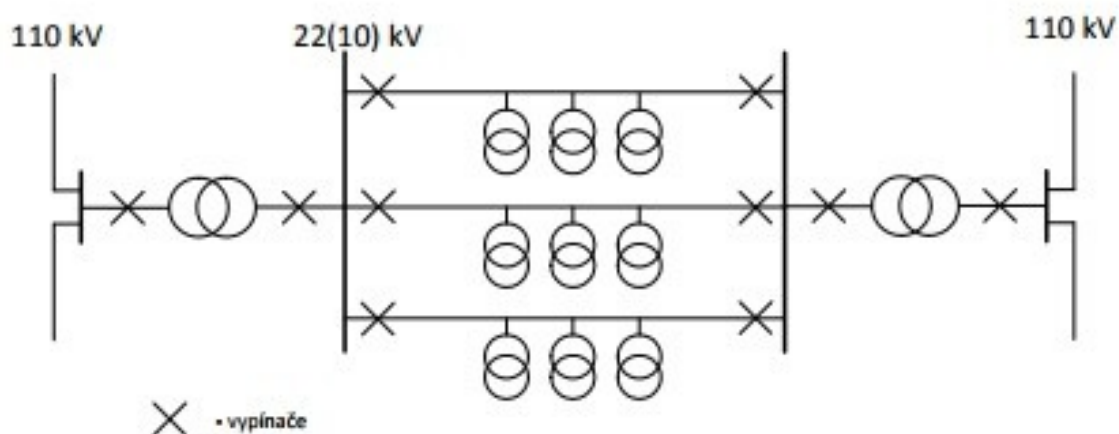


Obr. 1.8 Rozdělení proudů v klasické mřížové síti při zkratu [3]

Klasické mřížové sítě dělíme podle počtu transformátoru 110 kV/VN, na které jsou připojeny distribuční transformátory VN/NN napájející mřížovou síť, na jednosystémové (Obr. 1.7), dvousystémové (Obr. 1.8) příp. vícesystémové. Schéma napájení jednosystémové mřížové sítě s prostřídánými napáječi je na Obr. 4.6b). Při poruše jednoho napáječe se tak zatížení rozloží na ostatní napáječe rovnoměrněji. [3]



Obr. 1.9 Jednosystémová mřížová síť [3]



Obr. 1.10 Dvousystémová mřížová síť [3]

V následující tabulce jsou uvedeny tři druhy sítí (klasická mřížová síť, zjednodušená mřížová síť a paprsková síť) a jejich porovnání v některých důležitých vlastnostech při provozu distribuční soustavy a také shrnutí jednotlivých výhod a nevýhod těchto sítí, jako jsou pravděpodobnost výpadku, jistota zásobování, kolísání napětí, ztráty elektrické energie, zkratové proudy, poruchy v síti a také z ekonomického hlediska pořizovací cena.[3]

Tab. 1.1 Porovnání sítí nn [3]

Vlastnosti	klasická mřížová síť	zjednodušená mřížová síť	paprsková síť
pravděpodobnost výpadku	1	4+5krát vyšší	9000krát vyšší
jistota zásobování	největší	větší	malá
napětí – kvalita (kolísání) úbytek ΔU	stabilní U , nejmenší ΔU	méně kolísá než v paprskové síti asi $\frac{1}{2} \Delta U$ než v paprskové síti	nestabilní U velký ΔU
připojování koncentrovaných odběrů	až do $1/2 S_n$ transformátoru	až do $1/4 S_n$ transformátoru	nelze
využití transformátoru a vedení	ušetří 30 % S_n transformátoru nejlepší využití	střední	malé využití nestejně zatěžování
ztráty el. energie	až o 30% menší než paprsková síť	střední	velké
zkratové proudy	nejvyšší	střední	nejnižší
přehlednost sítě	malá	střední	velká
zpětné napětí při rozpojení	ano	ano	ne
poruchy v síti vn	neovlivní napájení	výpadek U	výpadek U
poruchy v síti nn	neovlivní napájení	neovlivní napájení	výpadek U
cena zařízení	závisí na zatížení	vyšší	nízká

1.3 Řešení soustav různých napětí z hlediska spojení uzlů vinutí transformátoru

Způsob spojení uzlu vinutí transformátorů se zemí je též jedním z důležitých, technicko-ekonomických ukazatelů. Tyto uzly se někdy nazývají nulové body soustavy. [3]

Způsob spojení uzlu má vliv na chování sítě během vodivého spojení jedné fáze se zemí a to především na: [3]

- velikost poruchového proudu,
- velikost napětí mezi fázovým vodičem a zemí.

Posuzování velikosti proudu vede k rozhodování o způsobu dimenzování a chránění v soustavě. Velikost napětí mezi vodičem a zemí klade nárok na izolaci. Při souměrném chodu sítě neteče zemí proud. Napětí mezi fázemi je sdružené, mezi fází a uzlem je napětí fázové. Jinak je tomu při spojení jedné nebo více fází se zemí. Nás pro posouzení jednotlivých sítí, jak z dalšího vyplývá, zajímají pouze poměry v síti při spojení jedné fáze (bez jejího přerušení) se zemí. Z tohoto hlediska rozeznáváme dále uvedené druhy sítí : [3]

- účinně uzemněné
- neúčinně uzemněné

- izolované.

Obecně lze říci, že každá část rozvodu elektrické energie je charakterizována jmenovitým napětím, uspořádáním a způsobem provozu uzlu napájecího transformátoru. Toto principiální řešení elektrické sítě určuje její vlastnosti a možnosti použití. V následující tabulce je přehledně uvedeno, jak jsou jednotlivé typy sítí použity v elektrizační soustavě ČR. [3]

Tab. 1.2 Principiální řešení sítí jednotlivých napěťových úrovní [3]

	Napěťová úroveň	Jmenovité napětí	Uspořádání rozvodu	Spojení uzlu transformátoru
Nadřazená soustava	vvn	400 kV	Okružní	Účinně uzemněný
		220 kV		
		110 kV	Okružní, paprskový	
Distribuční soustava	vn	22 kV, 35 kV	Průběžný, paprskový, dvojpaprskový (obvykle s možností spojení do okružního)	Neúčinně uzemněný - většinou kompenzovaný
		10 kV		Neúčinně uzemněný, nebo izolovaný
		6 kV		Izolovaný
	nn	500 V	Průběžný, paprskový, mřížová síť	Účinně uzemněný s vyvedeným středním vodičem
		400/230 V		

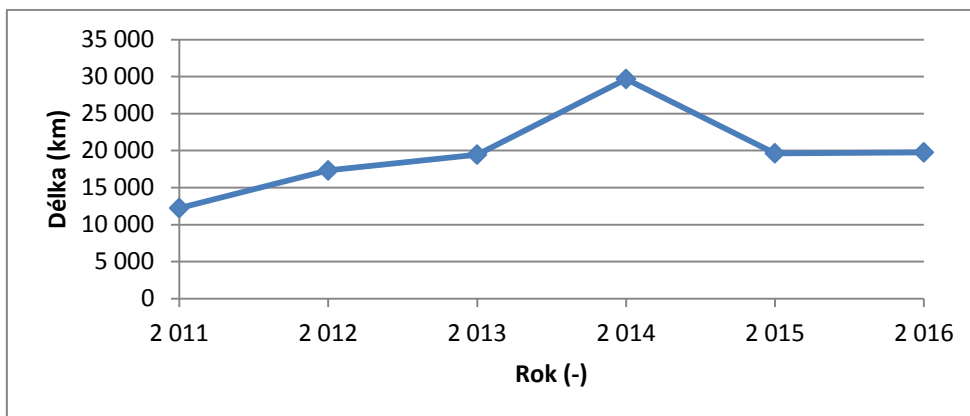
2. Distribuční soustava České Republiky

Na základě vypracovaných ročních zpráv o provozu ES energetickým úřadem jsem si vypracoval tabulku pro vývoj distribuční soustavy pro období šesti let dle různých napěťových hladin.

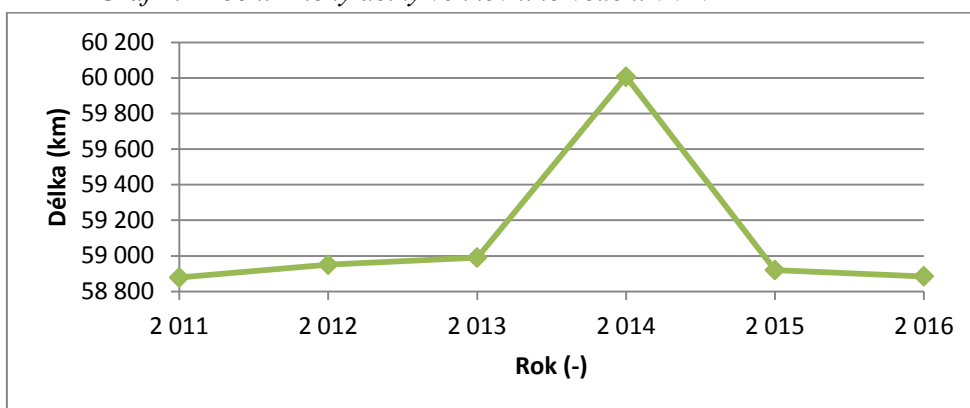
Tab.2.1 Vývoj distribuční soustavy za období šesti let

ROK	Napěťová hladina	Délka venkovních vedení [km]	Délka kabelového vedení [km]	Počet odběrných míst [-]
2016	VVN	19 764	99	136
	VN	58 885	18 137	24 282
	NN	63 727	86 328	5 901 798
2015	VVN	19 637	97	131
	VN	58 920	18 034	24 991
	NN	64 239	85 935	5 875 784
2014	VVN	29 672	124	129
	VN	60 006	21 467	24 919
	NN	65 948	93 016	5 873 971
2013	VVN	19 460	95	127
	VN	58 990	17 513	25 414
	NN	64 709	100 985	5 847 648
2012	VVN	17 323	84	216
	VN	58 950	17 217	24 912
	NN	64 880	89 031	5 791 231
2011	VVN	12 242	77	342
	VN	58 878	17 056	24 674
	NN	64 880	81 335	5 747 657

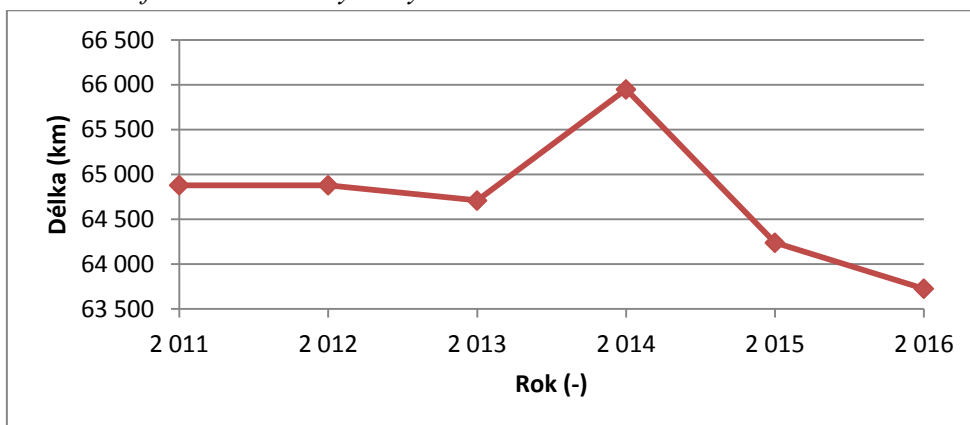
Z tabulky jsem si pro uvedené šestileté období vypracoval grafické závislosti pro vývoj délky venkovního vedení, vývoj délky kabelového vedení a vývoj změny počtu odběratelů a to vše pro různé napěťové hladiny.



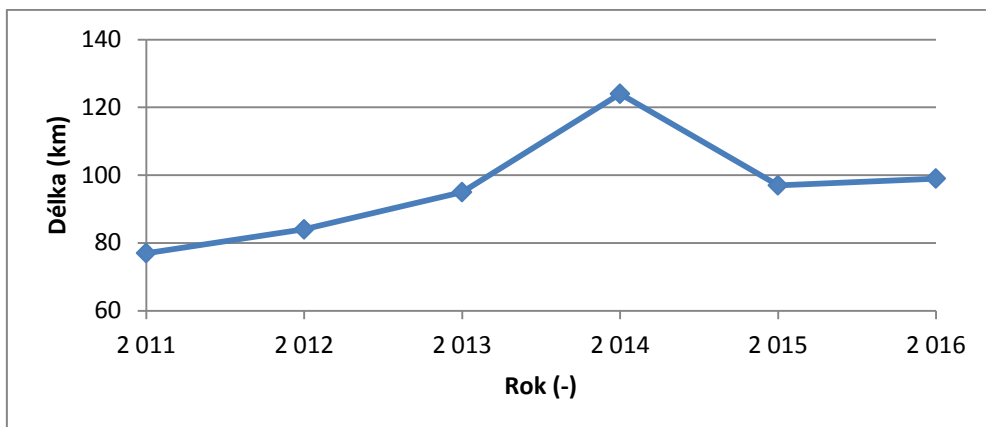
Graf 2.1 Roční změny délky venkovního vedení VVN



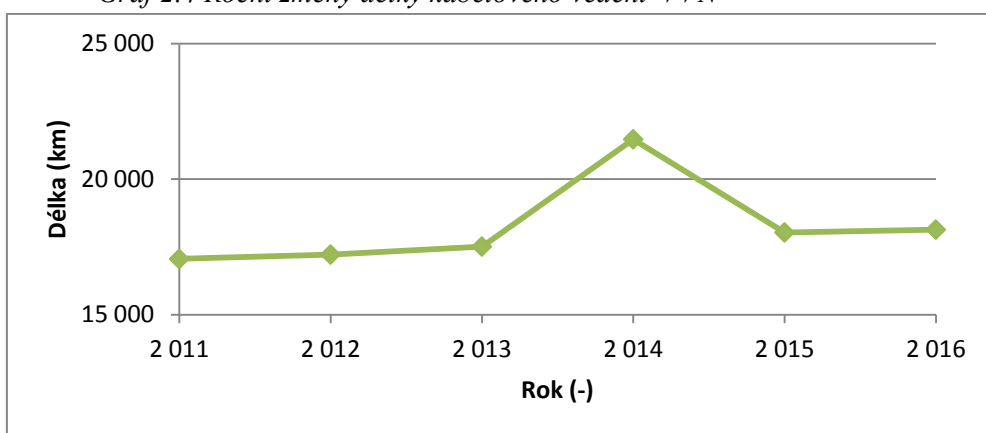
Graf 2.2 Roční změny délky venkovního vedení VN



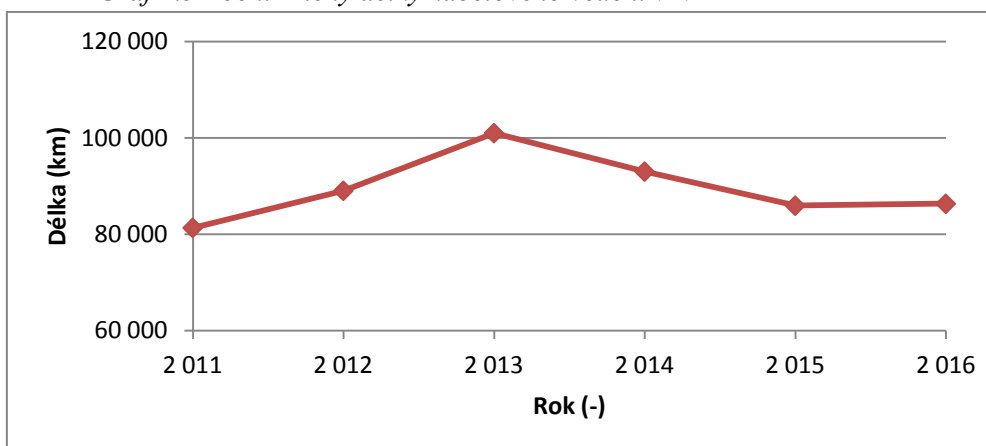
Graf 2.3 Roční změny délky venkovního vedení NN



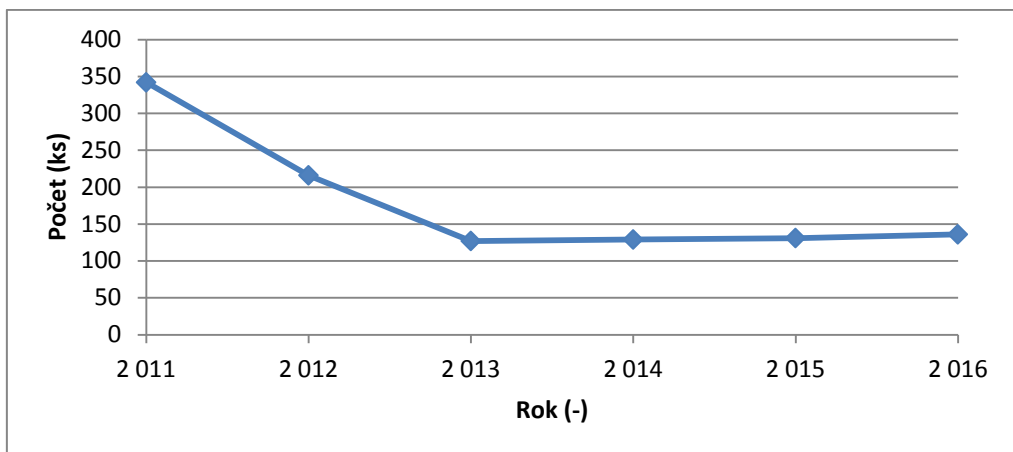
Graf 2.4 Roční změny délky kabelového vedení VVN



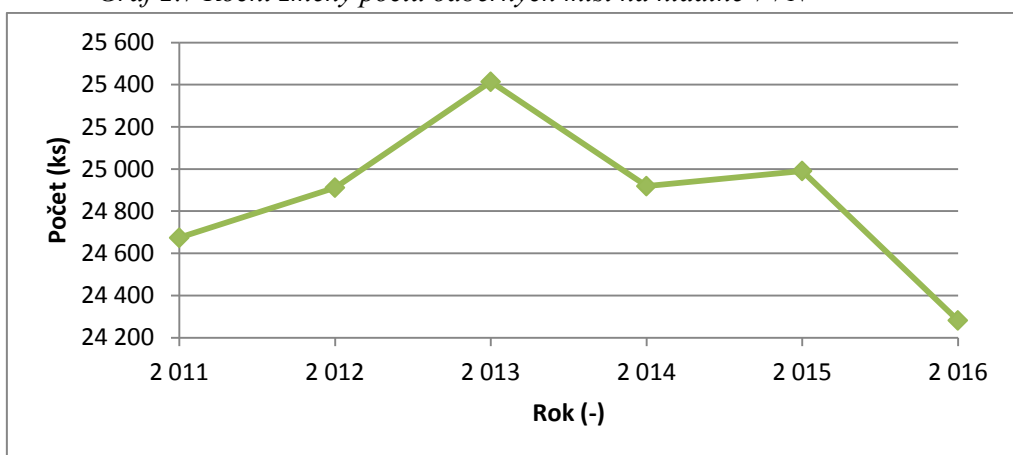
Graf 2.5 Roční změny délky kabelového vedení VN



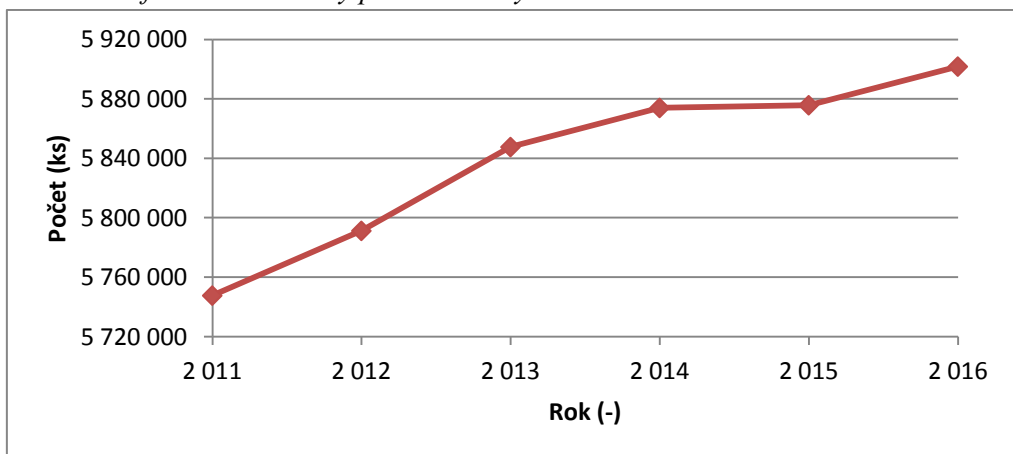
Graf 2.6 Roční změny délky kabelového vedení NN



Graf 2.7 Roční změny počtu odběrných míst na hladině VVN

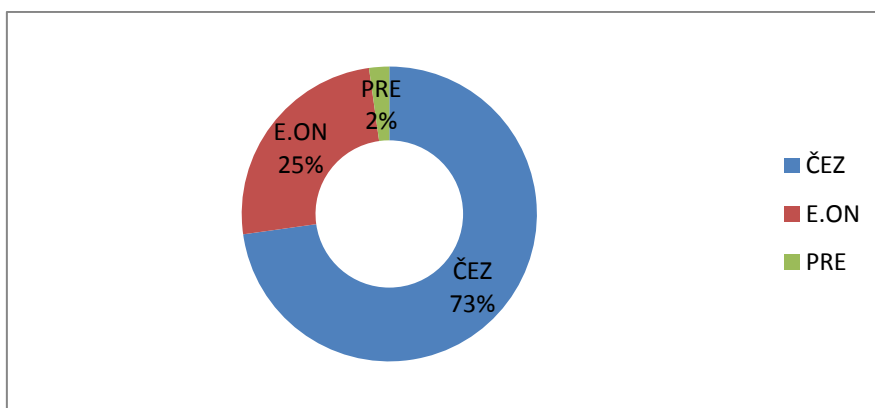


Graf 2.8 Roční změny počtu odběrných míst na hladině VN

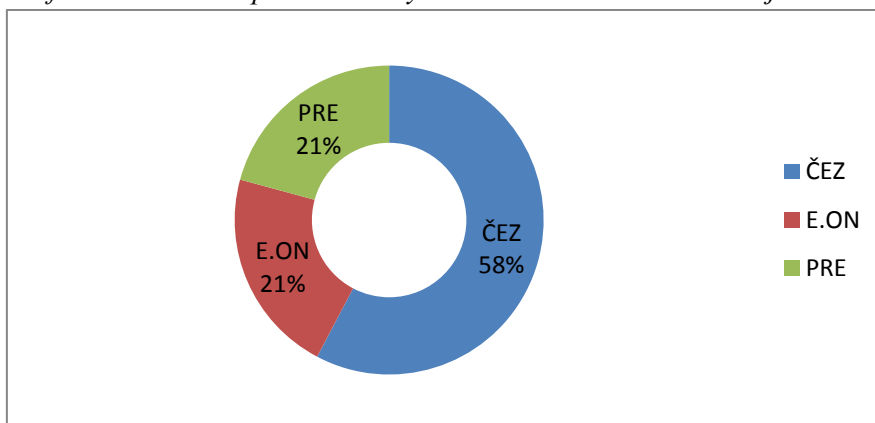


Graf 2.9 Roční změny počtu odběrných míst na hladině NN

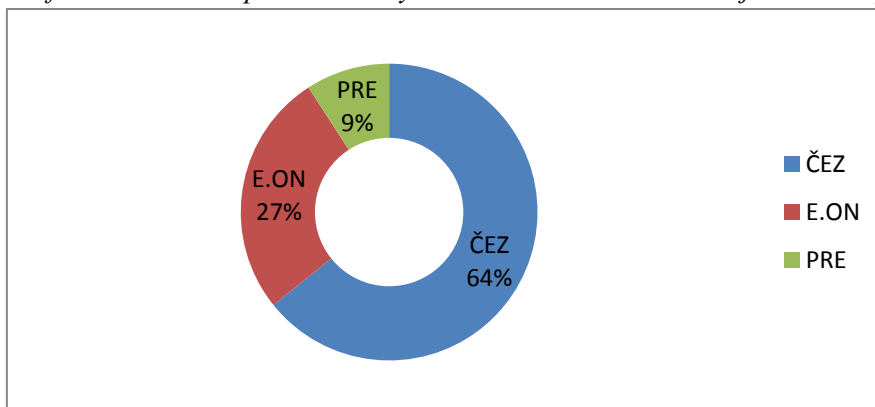
Z roční zprávy o provozu ES pro rok 2016 jsem pro údaje o počtu odběrných míst sestavil závislosti rozložení mezi společnost ČEZ, E.ON a PRE.



Graf 2.10 Rozložení počtu odběrných míst na hladině VVN mezi jednotlivé společnosti



Graf 2.11 Rozložení počtu odběrných míst na hladině VN mezi jednotlivé společnosti



Graf 2.12 Rozložení počtu odběrných míst na hladině NN mezi jednotlivé společnosti

3. Legislativa související s problematikou provozování distribučních sítí

Vyhláška č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice, ve znění účinném k 27.2.2010

3.1 Část první - obecná část

3.1.1 §1 Předmět úpravy

Tato vyhláška stanoví požadovanou kvalitu dodávek a služeb souvisejících s regulovanými činnostmi v elektroenergetice, včetně výše náhrad za její nedodržení, postupy a lhůty pro uplatnění nároku na náhrady, a postupy pro vykazování dodržování kvality dodávek a služeb. [4]

3.1.2 §2 Základní pojmy

a) přerušením přenosu nebo distribuce elektřiny - stav v odběrném nebo předávacím místě účastníka trhu s elektřinou, při kterém není přenosová nebo distribuční soustava schopna dopravovat do tohoto místa elektřinu; za přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny není považován stav, jehož příčinou je elektrické zařízení zákazníka nebo elektrická přípojka, která není ve vlastnictví provozovatele distribuční soustavy a není provozovatelem distribuční soustavy provozována podle § 45 odst. 6 energetického zákona, nebo společné elektrické zařízení v nemovitosti, [4]

b) dlouhodobým přerušením - přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny s dobou trvání delší než 3 minuty, [4]

c) plánovaným přerušením - přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny při provádění plánovaných prací na zařízení přenosové nebo distribuční soustavy nebo v jejich ochranném pásmu podle § 24 odst. 3 písm. c) bodu 6 a odst. 5 a § 25 odst. 4 písm. c) bodu 5 a odst. 6 energetického zákona, [4]

d) ukončením přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny - okamžik obnovení schopnosti přenosové nebo distribuční soustavy dopravovat do odběrného nebo předávacího místa účastníka trhu s elektřinou elektřinu v množství a kvalitě podle technických norem a uzavřených smluv; ukončením přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny se rozumí i stav náhradního napájení odběrného nebo předávacího místa včetně případného omezení množství dodávané elektřiny, které je sjednáno ve smlouvě o distribuci elektřiny nebo ve smlouvě o sdružených službách dodávky elektřiny, [4]

e) dodavatelem sdružené služby - výrobce nebo obchodník s elektřinou, který na základě smlouvy o sdružených službách dodávky elektřiny dodává elektřinu zákazníkovi. [4]

3.1.3 §3 Obecná ustanovení

(1) Kvalita dodávek a služeb souvisejících s regulovanými činnostmi v elektroenergetice a její parametry jsou vyjádřeny prostřednictvím standardů přenosu nebo distribuce elektřiny, standardů dodávek a ukazatelů nepřetržitosti přenosu nebo distribuce elektřiny. [4]

(2) Za nedodržení standardů se nepovažuje, jestliže příslušný držitel licence neprovede úkony a postupy vyžadované standardy ve stanovených lhůtách z důvodu, že [4]

a) daný účastník trhu s elektřinou ve lhůtě stanovené pro dodržení standardu učiní projev vůle, ze kterého jednoznačně vyplývá požadavek provést tyto úkony a postupy ve lhůtě delší, než je lhůta stanovená standardem, [4]

b) daný účastník trhu s elektřinou prokazatelně neposkytne součinnost nezbytnou k dodržení standardu, [4]

c) není spravedlivě možné požadovat od příslušného držitele licence dodržení standardu, zejména v důsledku vzniku živelních událostí nebo havárií na zařízení přenosové nebo distribuční soustavy, nebo [4]

d) nastal stav nouze nebo jsou prováděny činnosti bezprostředně zamezující jeho vzniku. [4]

(3) Ustanovení této vyhlášky o standardech přenosu nebo distribuce elektřiny a standardech dodávek elektřiny vztahující se na zákazníka a o výši náhrad pro zákazníka se použijí obdobně na výrobce, pokud odebírá elektřinu z přenosové nebo distribuční soustavy, a nestanoví-li tato vyhláška jinak, též na provozovatele lokální distribuční soustavy, pokud odebírá elektřinu pro krytí ztrát v jeho distribuční soustavě a pro vlastní potřebu. [4]

(4) Lhůty pro splnění standardů na území hlavního města Prahy podle § 5 a 7 se vztahují na provozovatele distribuční soustavy, k jehož distribuční soustavě je na území hlavního města Prahy připojena většina odběrných míst jeho zákazníků. [4]

3.1.4 §4 Uplatnění náhrad

(1) Náhradu podle této vyhlášky uplatňuje

a) zákazník za nedodržení standardu distribuce elektřiny u provozovatele distribuční soustavy, k jehož soustavě je jeho předávací nebo odběrné místo připojeno a má sjednanou smlouvu na distribuci elektřiny, [4]

b) zákazník za nedodržení standardu dodávek elektřiny u dodavatele nebo dodavatele sdružené služby, který na základě příslušné smlouvy dodává elektřinu zákazníkovi, [4]

c) žadatel podle § 11 za nedodržení standardu přenosu nebo distribuce elektřiny u provozovatele přenosové nebo distribuční soustavy, u kterého žádá o připojení, [4]

d) dodavatel nebo dodavatel sdružené služby za nedodržení standardu distribuce elektřiny u provozovatele soustavy, k jehož soustavě je připojeno předávací nebo odběrné místo zákazníka, kterému na základě příslušné smlouvy dodává elektřinu. [4]

(2) Sjedná-li zákazník s dodavatelem sdružené služby smlouvu o sdružených službách dodávky elektřiny, uplatňuje zákazník standardy přenosu nebo distribuce elektřiny a náhrady za jejich nedodržení u dodavatele sdružené služby, v takovém případě se lhůty pro splnění standardů podle § 9, 13, 15 a 17 prodlužují o 2 pracovní dny. V případě standardů podle § 5, 7 nebo 8 může zákazník nahlásit vznik události přímo u provozovatele soustavy, ke které je připojeno jeho odběrné místo. [4]

(3) Uplatňuje-li náhradu za nedodržení standardu u provozovatele přenosové nebo distribuční soustavy dodavatel sdružené služby, hradí provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy náhradu tomuto dodavateli sdružené služby. Současně s uplatněním náhrady za nedodržení standardu podle

předchozí věty postupuje dodavatel sdružené služby provozovateli přenosové nebo distribuční soustavy uplatněnou žádost zákazníka o poskytnutí náhrady. [4]

(4) Náhradu lze uplatnit

a) při nedodržení standardů podle § 5, 7, § 9 až 17, § 19 a 20 do 60 kalendářních dnů ode dne následujícího po dni, ve kterém uplynula lhůta podle standardů, [4]

b) při nedodržení standardu podle § 6 do 60 kalendářních dnů ode dne následujícího po dni, ve kterém mělo být podle standardu omezení nebo přerušení distribuce elektřiny započato nebo ukončeno, [4]

c) při nedodržení standardu podle § 18 do 60 kalendářních dnů ode dne následujícího po dni, ve kterém byla schůzka se zákazníkem dohodnuta, aniž by provozovatel distribuční soustavy postupoval podle § 18 odst. 2. [4]

(5) Žádost o náhradu za nedodržení standardu kvality přenosu nebo distribuce a dodávek elektřiny se podává na tiskopisu, jehož vzor je uveden v přílohách č. 1 až 3 k této vyhlášce. Vzor žádosti o náhradu je Úřadem rovněž poskytován způsobem umožňujícím dálkový přístup. [4]

3.2 Část druhá - standardy přenosu nebo distribuce elektřiny

3.2.1 §5 Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny

(1) Standardem ukončení přerušení distribuce elektřiny je ukončení přerušení distribuce elektřiny, mimo přerušení plánovaného, v odběrném nebo předávacím místě provozovatele lokální distribuční soustavy nebo zákazníka, a to ve lhůtě do [4]

a) 18 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní do 1 kV a 12 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní do 1 kV na území hlavního města Prahy, [4]

b) 12 hodin v sítích distribuční soustavy s napětovou úrovní nad 1 kV a 8 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní nad 1 kV na území hlavního města Prahy. [4]

(2) Lhůta podle odstavce 1 počíná okamžikem, kdy se provozovatel distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení distribuce elektřiny nebo kdy vznik přerušení distribuce elektřiny mohl a měl zjistit. [4]

(3) Jestliže dojde u zákazníka ke vzniku několika dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny vzniklých v důsledku téže události, je standard ukončení přerušení distribuce elektřiny dodržen, je-li doba mezi začátkem prvního dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny a koncem posledního dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny, které vzniklo v důsledku téže události, ale nebylo způsobeno nutnými manipulacemi pro uvedení distribuční soustavy do zapojení před poruchou, kratší než lhůta podle odstavce 1. [4]

(4) Standardem ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny z výroby elektřiny připojené do přenosové nebo distribuční soustavy je obnova schopnosti přenosové nebo distribuční soustavy přenášet nebo distribuovat elektřinu z předávacího místa výroby elektřiny ve lhůtě 48 hodin

od okamžiku, kdy se provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení nebo kdy vznik přerušení mohl a měl zjistit. [4]

(5) Za nedodržení standardu ukončení přerušení distribuce elektřiny podle odstavce 1 poskytuje provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši 10 % z jeho roční platby za distribuci, maximálně však [4]

- a) 6 000 Kč v sítích do 1 kV,
- b) 12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV,
- c) 120 000 Kč v sítích nad 52 kV.

(6) Pro účely stanovení výše náhrady se roční platbou za distribuci rozumí na napěťových hladinách velmi vysokého napětí a vysokého napětí součet posledních 12 měsíčních fakturovaných plateb za použití sítí a za rezervovanou kapacitu. V případě nového odběru elektřiny na napěťových hladinách velmi vysokého napětí a vysokého napětí je základem pro výpočet roční platby za distribuci sjednané roční množství dodané elektřiny a sjednaná výše rezervované kapacity. Na napěťové hladině nízkého napětí se roční platbou za distribuci rozumí součet částek za stálé měsíční platby podle jmenovité proudové hodnoty hlavního jističe před měřicím zařízením a položek za distribuci elektřiny ve vysokém a nízkém tarifu, účtované v poslední fakturované platbě z ročního odečtu měřicího zařízení. V případě fakturace distribuce elektřiny za období kratší než 12 měsíců se platba poměrným způsobem upraví podle příslušného typového diagramu dodávek podle jiného právního předpisu, který stanoví pravidla tvorby, přiřazení a užití typových diagramů dodávek elektřiny). V případě nového odběru elektřiny na hladině nízkého napětí je základem pro výpočet roční platby za distribuci průměrná roční spotřeba v distribuční sazbě vztahená k jmenovité proudové hodnotě hlavního jističe před měřicím zařízením podle výkazů tarifních statistik zpracovávaných podle jiného právního předpisu). [4]

3.2.2 §6 Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny

(1) Standardem dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny je zahájení a ukončení omezení nebo přerušení distribuce elektřiny v době, která byla jako doba zahájení a ukončení omezení nebo přerušení distribuce elektřiny (zákazníkům ohlášena). Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny není dodržen, jestliže provozovatel distribuční soustavy omezí nebo přeruší distribuci elektřiny dříve, než ohlásil, nebo ukončí omezení nebo přerušení distribuce elektřiny později, než ohlásil. [4]

(2) Za nedodržení standardu dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny poskytuje provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši 10 % z jeho roční platby za distribuci, stanovené obdobně podle § 5 odst. 6, maximálně však [4]

- a) 6 000 Kč v sítích do 1 kV,
- b) 12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV,
- c) 120 000 Kč v sítích nad 52 kV.

3.2.3 §8 Standard kvality napětí

Standardem kvality napětí je distribuce napětí s odpovídajícími parametry velikosti a odchylky napájecího napětí a frekvence, které jsou v souladu s Pravidly provozování přenosové soustavy nebo Pravidly provozování distribučních soustav nebo s parametry napětí a frekvence sjednanými ve smlouvě mezi zákazníkem a provozovatelem distribuční soustavy. [4]

3.2.4 §4 Standard lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí

(1) Standardem lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí je provedení potřebných opatření příslušným provozovatelem distribuční soustavy nezbytných k odstranění příčin snížené kvality napětí ve lhůtě [4]

a) 30 kalendářních dnů ode dne odeslání písemného vyrozumění o vyřízení reklamace kvality napětí dodavateli sdružené služby nebo zákazníkovi s určením způsobu a termínu odstranění příčiny snížené kvality napětí, je-li příčina snížené kvality napětí odstranitelná jednoduchým provozním opatřením, například manipulací v zařízení distribuční soustavy, [4]

b) 6 měsíců ode dne odeslání písemného vyrozumění o vyřízení reklamace kvality napětí dodavateli sdružené služby nebo zákazníkovi s určením způsobu a termínu odstranění příčiny snížené kvality napětí, je-li příčina snížené kvality napětí odstranitelná stavebně-technickým opatřením, k jehož provedení není třeba stavebního povolení podle stavebního zákona 5) , a příčinu snížené kvality napětí nelze odstranit postupem podle písmene a), nebo [4]

c) 24 měsíců ode dne odeslání písemného vyrozumění o vyřízení reklamace kvality napětí dodavateli sdružené služby nebo zákazníkovi s určením způsobu a termínu odstranění příčiny snížené kvality napětí, je-li příčina snížené kvality napětí odstranitelná stavebně-technickým opatřením, k jehož provedení je třeba stavebního povolení podle stavebního zákona 5) ; za nedodržení tohoto standardu se nepovažuje, nedojde-li přes veškeré vynaložené úsilí provozovatele distribuční soustavy k vydání stavebního povolení z důvodů, které nastaly nebo existují nezávisle na jeho vůli. [4]

(2) Za nedodržení standardu lhůty pro odstranění příčin snížené kvality napětí poskytne příslušný provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši 1 200 Kč za každý den prodlení, nejvýše však 60 000 Kč. [4]

3.2.5 §12 Standard umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny

(1) Standardem umožnění distribuce elektřiny je možnost uskutečnění distribuce elektřiny ve lhůtě 5 pracovních dnů ode dne, kdy byl provozovatel distribuční soustavy zákazníkem nebo dodavatelem sdružené služby na základě uzavřené smlouvy o distribuci elektřiny nebo smlouvy o sdružených službách dodávky elektřiny požádán o umožnění distribuce elektřiny a splnil podmínky stanovené ve smlouvě o připojení. [4]

(2) Standardem umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny přenosovou nebo distribuční soustavou je možnost uskutečnění přenosu nebo distribuce elektřiny z výroby elektřiny připojené do přenosové nebo distribuční soustavy ve lhůtě do 5 pracovních dnů ode dne, kdy byl provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy výrobcem na základě uzavřené smlouvy o přenosu nebo distribuci elektřiny nebo smlouvy o sdružených službách dodávky elektřiny požádán o umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny přenosovou nebo distribuční soustavou a splnil podmínky stanovené ve smlouvě o připojení, smlouvě o přenosu elektřiny nebo ve smlouvě o distribuci elektřiny. [4]

(3) Lhůty pro umožnění přenosu nebo distribuce elektřiny podle předchozích odstavců se neuplatní, pokud se smluvní strany dohodnou na jiném termínu. [4]

(4) Standard umožnění distribuce elektřiny se nevztahuje na případ, kdy zákazník změní dodavatele a na případ, na který se vztahuje standard ukončení přerušení distribuce elektřiny po odpojení z důvodu prodlení zákazníka nebo dodavatele sdružené služby s úhradou plateb za poskytnutý přenos elektřiny nebo poskytnutou distribuci elektřiny. [4]

(5) Za nedodržení standardu umožnění distribuce elektřiny poskytuje provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši

a) 6 000 Kč za každý den prodlení v síti do 1 kV, nejvýše však 60 000 Kč,

b) 12 000 Kč za každý den prodlení v síti nad 1 kV, nejvýše však 120 000 Kč.[4]

4. Členění plánovaných odstávek

Plánování odstávek je nedílnou součástí přípravy provozu distribuční soustavy. V energetické legislativě je příprava provozu označována jako činnost, do které se zapracovávají technicko-ekonomické a organizační opatření z oblasti samotné výroby elektřiny, její distribuce a také její spotřeby za účelem zajištění bezpečného a spolehlivého provozu distribuční soustavy za dodržení smluvních podmínek všech účastníků na trhu s elektřinou. [6]

4.1 Příprava provozu distribuční soustavy v členění

- a) předpokládaný rozvoj s výhledem na 10 let,
- b) roční příprava provozu,
- c) měsíční příprava provozu,
- d) týdenní příprava provozu,
- e) denní příprava provozu [6]

4.2 Údaje potřebné pro přípravu provozu

Pro zpracování přípravy provozu distribuční soustavy jsou nezbytné tyto údaje :

- a) provozovatel přenosové soustavy,
- b) provozovatelé distribučních soustav,
- c) výrobci elektřiny, kteří mají k distribuční soustavě připojeny své výrobní
- d) zákazníci, kteří mají k distribuční soustavě připojené své odběrné zařízení o napětí vyšším než 1 kV,
- d) poskytovatelé podpůrných služeb,
- f) vlastníci licence pro obchod s elektřinou.[6]

Všechny tyto údaje jsou předány provozovateli distribuční soustavy.

4.3 Požadované informace o odstávce

- a) počátek odstávky
- b) druh prováděných prací (revize, oprava, rekonstrukce apod.)
- c) zařízení, na kterých se bude pracovat (vývodové pole, transformátor, generátor, vedení)
- d) konec odstávky
- e) pohotovostní čas opětného uvedení do provozu

Tyhle informace musí obsahovat každá žádost o odstávku.[6]

4.4 Rozdělení plánovaných odstávek

4.4.1 Rozdělení dle napěťových hladin

- VVN

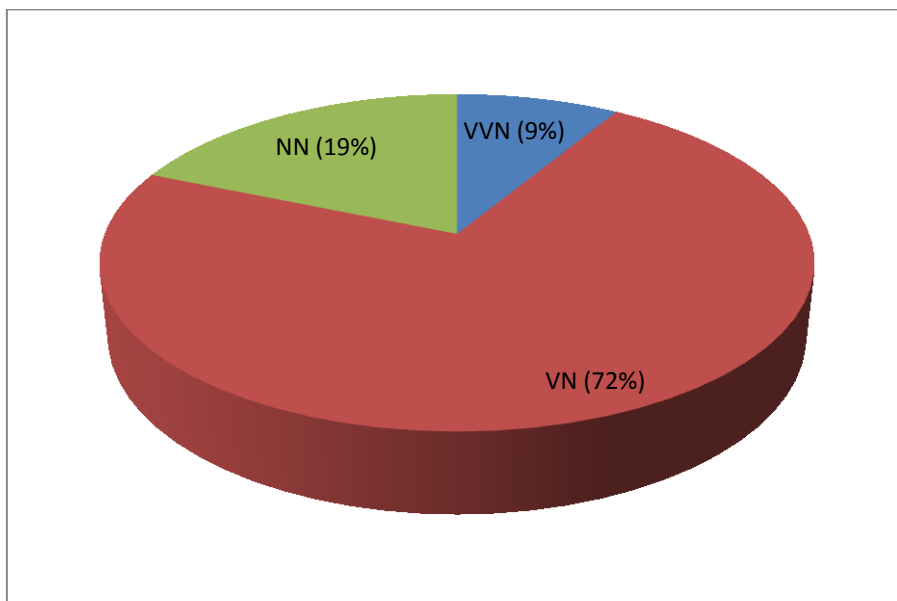
- VN

- NN

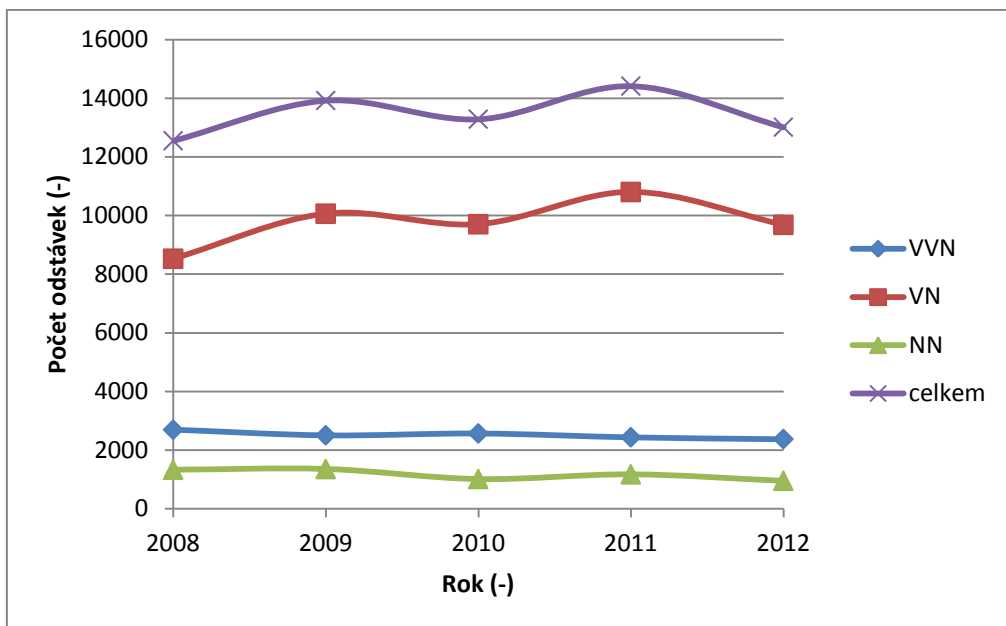
Tab. 4.1 Rozdělení počtu odstávek dle napěťových hladin za pětileté období [6]

	Napěťová hladina			
Rok	NN	VN	VVN	celkem
2008	1330	8525	2695	12550
2009	1355	10060	2505	13920
2010	1016	9702	2567	13285
2011	1175	10801	2438	14414
2012	955	9681	2376	13012
celkem	5831	48769	12581	67181

Z důvodu nemožnosti dodání interních údajů společnosti ČEZ jsou hodnoty převzaty z disertační práce doktora Jiřího Šoltyse.



Graf 4.1. Procentuální rozložení odstávek dle napěťových hladin



Graf 4.2 Počet odstávek rozložen do různých napěťových hladin

4.4.2 Rozdělení dle délky odstávek

- Krátkodobé
- Opakované
- Dlouhodobé [6]

4.4.3 Rozdělení dle příčiny odstávky

- Údržba zařízení
- Investiční výstavba
- Rekonstrukce zařízení
- Plánované opravy
- Požadavky zákazníků [6]

4.4.4 Rozdělení dle dopadu na zákazníky

- S omezením odběratelů
- S omezením výrobců elektřiny
- Bez omezení zákazníků [6]

4.5 Pravidla pro omezování odběratelů při plánovaných odstávkách

Při plánování a realizaci plánovaných odstávek ve smyslu § 25 odst. (3) písm. c) bod 5. [L1] se PDS řídí těmito zásadami :

1. Dodávka elektřiny jednotlivému zákazníkovi smí být v průběhu 7 kalendářních dní přerušena v součtu max. 20 hodin a to tak, aby.

- v období duben až říjen jedno vypnutí trvalo maximálně 12 hodin

- v období listopad až březen jedno vypnutí trvalo maximálně 8 hodin

2. Odstávky se vyjma naléhavých případů neprovádějí v době od 15.12. do 1.1.

3. Při venkovních teplotách pod -5°C jsou přípustné odstávky s dobou trvání do 8 hodin,

4. Při venkovních teplotách pod -15°C se odstávky neprovádí. [4]

5. Vliv jednotlivých druhů odstávek na ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny

Pro zjištění vlivů jednotlivých druhů odstávek na ukazatele nepřetržitosti vycházíme ze samotných ukazatelů. A můžeme také říci, že pouze odstávky s omezením odběratelů mají vliv na ukazatele nepřetržitosti distribuce.

5.1 Ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny

Ukazatele nepřetržitosti distribuce jsou vypočítávány jen z přerušení elektřiny s dobou trvání delší než 3 minuty tj. pouze z dlouhodobých přerušení. Ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny dle § 21 vyhlášky o kvalitě, kde tato vyhláška stanovuje úroveň kvality v distribuční soustavě a definuje následující hladinové ukazatele nepřetržitosti : [5]

- a) průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období (SAIFI),[5]
- b) průměrná souhrnná doba trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období (SAIDI), [5]
- c) průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníků v hodnoceném období (CAIDI). [5]

5.1.1 Hladinové ukazatele

Průměrný počet přerušení distribuce elektřiny u zákazníků na napět'ové hladině h v hodnoceném období.[4]

$$SAIFI_h = \frac{\sum_j n_{jh}}{N_{sh}} \quad (5.1)$$

kde : h je označení hodnocené napět'ové hladiny (nn , vn nebo vvn)

j je pořadové číslo události v hodnoceném období

n_{jh} je celkový počet zákazníků přímo napájených z napět'ové hladiny h , jimž bylo způsobeno přerušení distribuce elektřiny dané kategorie v důsledku j -té události

N_{sh} je celkový počet zákazníků přímo napájených z napět'ové hladiny h ke konci předchozího kalendářního roku. [4]

Průměrná souhrnná doba trvání přerušení distribuce elektřiny u zákazníků na napět'ové hladině h v hodnoceném období. [4]

$$SAIDI_h = \frac{\sum_j t_{sj}}{N_{sh}} \quad (5.2)$$

kde : t_{sj} je součet všech dob trvání přerušení distribuce elektřiny v důsledku j -té události u jednotlivých zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny h , jimž byla přerušena distribuce elektřiny, stanovený jako : [4]

$$t_{sj} = \sum_i t_{ji} \cdot n_{jhi} \quad (5.3)$$

kde : i je pořadové číslo manipulačního kroku v rámci j -té události

t_{ji} je doba trvání i -tého manipulačního kroku v rámci j -té události

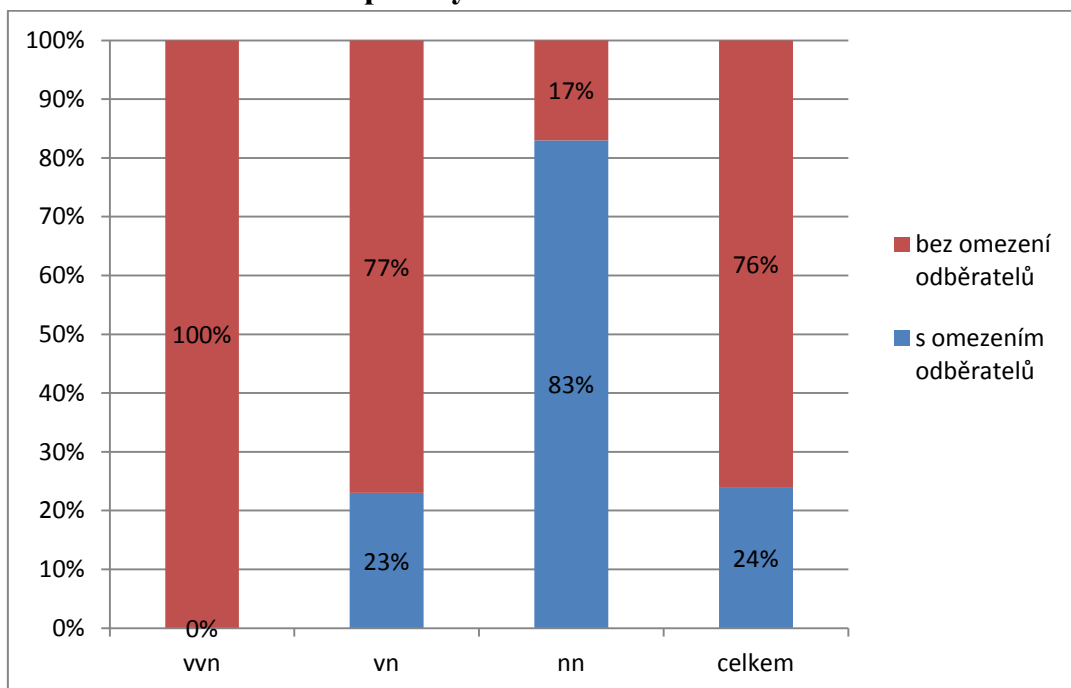
n_{jhi} je počet zákazníků přímo napájených z napěťové hladiny h , jimž bylo způsobeno přerušení distribuce elektřiny dané kategorie v i -tém manipulačním kroku j -té události [4]

Průměrná doba trvání jednoho přerušení distribuce elektřiny u zákazníků na napěťové hladině h v hodnoceném období [4]

$$CAIDI_h = \frac{SAIDI_h}{SAIFI_h} \quad (5.4)$$

Když už víme, na jakých hodnotách jednotlivé ukazatele závisí, probereme si je jednotlivými druhy odstávek, které jsou uvedeny v předchozí kapitole a zamyslíme se nad tím, jak která odstávka ovlivní jednotlivé ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny.

5.2. Vliv odstávek dle napětových hladin



Graf 5.1 Závislost omezení odstávek dle různých napětových hladin [6]

Z uvedeného grafu můžeme říct, že v případě odstávek na napětové hladině VVN odběratele elektřiny neomezíme a tento druh odstávky tedy nemá vliv na ukazatele nepřetržitosti distribuce.

Jinak je tomu u odstávek na napětové hladině VN, kde 23% prací na této hladině omezí odběratele elektřiny, a proto má tento druh odstávek velký vliv na ukazatele SAIFI i SAIDI. Proto je nutné se u těchto druhů odstávek pokusit o snížení jejich celkového počtu a také o snížení doby jednotlivých odstávek. Důležité je znát také topologii sítě, tedy do jakého typu vedení je opravovaný úsek zapojen. Jestliže je úsek napájen z více stran, potom při odpojení jedné části nedojde k přerušení dodávky odběratelům a vedení je napájené z druhé strany. Problém by nastal až v případě poruchy na druhé straně vedení.

Ovšem největší vliv na ukazatele nepřetržitosti distribuce elektřiny mají odstávky na hladině NN, kde při 83% prací odběratele omezíme. Tomuto druhu odstávek tudíž musíme věnovat největší pozornost a při plánování odstávek se pokusit snížit koordinací jejich celkový počet a tak minimalizovat jejich dopad na ukazatele SAIFI i SAIDI.

Z uvedeného grafu můžeme také říci, že 24% z celkového počtu všech odstávek na různých napětových hladinách je s omezením odběratelů a 76% bez omezení odběratelů.

6. Možnosti omezení vlivu plánovaných odstávek na odběratele elektřiny

a) Koordinace odstávek - zjednodušeně to znamená snížení celkového počtu odstávek způsobem, že se naplánuje více prací na jednu danou odstávku, pokud je to možné. Abychom mohli koordinovat odstávky je nutno mít podklady k roční přípravě provozu. Tedy mít soupis všech plánovaných prací, které je nutno na daném úseku udělat s předstihem větším než jeden rok. V případě, že práce nevíme alespoň rok dopředu, nemůžeme koordinaci odstávek použít.

b) Optimalizace prací pro údržbu podle ŘPÚ (řád preventivní údržby)

Každý provozovatel elektrického zařízení má dán předpis ŘPÚ pro vykonávání pravidelných kontrol (diagnostik, údržby, prohlídek, revizí), kterými se zajišťuje bezpečný a spolehlivý stav těchto zařízení. Na všechna zařízení distribuční soustavy se tento řád vztahuje. Do jednotlivých prací jsou pak rozpracovány pracovní postupy, které upřesňují konkrétní pracovní úkony vykonávané dle pracovního postupu. Na jednom zařízení se téměř vždy provádí více druhů údržby a pravidelných kontrol.

Možnost, jak snížit celkový počet odstávek, je tedy sjednocením lhůt různých pracovních činností pro dané zařízení tak, aby pro provedení ŘPÚ na jednom zařízení bylo možné snížit počet jeho odstavení z provozu.

Další možností je potom zavedení RCM (spolehlivostně orientované údržby), jejíž cílem je vytvořit takový plán údržby, aby byly minimalizovány celkové provozní náklady při udržení nezbytné míry bezpečnosti a spolehlivosti provozních zařízení.

Těmito způsoby se snažíme snížit celkový počet odstávek a tím tedy snížit hodnotu ukazatele SAIFI i SAIDI. Další způsoby už souvisí s přímo probíhajícími odstávkami a ve zvolení vhodné metody práce.

c) metodou připojení náhradního zdroje napětí do distribuční trafostanice

Při řešení touto metodou je třeba znát jednotlivé odběry z distribučních stanic a podle toho do distribuční stanice zapojit náhradní zdroj napájení. Při odstávce na hladině VN je třeba dodat tolik náhradních zdrojů, kolik je v připojené NN hladině distribučních trafostanic.



Obr.6.1 Elektrocentrála jako náhradní zdroj energie firmy Ospotech [7]

d) metodou práce pod napětím (PPN)

Touto metodou můžeme dělat pouze určité práce a jsou pro ně potřeba speciálně vyškolení pracovníci. Pro tuto metodu je vypracováno několik pracovních postupů, které při vykonávání prací musíme striktně dodržovat. Při napěťové hladině VVN tato metoda vůbec nelze použít.

e) metodou výstavby náhradního vedení

V tomto případě se v podstatě postaví provizorní vedení, které je využíváno po dobu odstávky. Až odstávka skončí vedení se rozebrá a znovu odveze. Tato metoda je využívána zejména u dlouhodobých odstávek jako jsou třeba rozsáhlé rekonstrukce vedení. Metoda výstavby tohoto vedení je většinou velmi nákladná.



Obr.6.2 Příklad napojení provizorního vedení [6]

7. Ekonomické zhodnocení navržených možností

U každého z těchto způsobů si klademe otázky, zda je toto řešení nutné a zda se nám to ekonomicky vyplatí, protože každé z těchto řešení je ekonomicky nákladné.

Práci pod napětím tedy metodu PPN mohou vykonávat pouze speciálně vyškolení pracovníci.

U metody s použitím náhradního zdroje napájení je samotný zdroj velice nákladný. V tomto případě je nejlepší způsob minimalizovat náklady tím, že si změříme skutečný odběr energie od zákazníků a podle toho si objednat náhradní zdroj. Například když máme v trafostanici transformátor 400 kW a změříme celkový odběr od zákazníku pouze 100 kW, tak nebudeme zbytečně objednávat náhradní zdroj 400 kW, ale koupíme zdroj s nižším výkonem.

Poslední způsob tedy výstavba náhradního úseku vedení je ekonomicky nejnákladnější a používá se jen, pokud je to opravdu nutné. Tedy nejčastěji u dlouhodobých odstávek, kde se musíme držet předepsaných zákonů na jak dlouho můžeme omezit odběratele elektřiny a vyhnout se tak při nedodržení této lhůty sankcím.

U rozdělení odstávek dle jejich délky mají nejmenší vliv na ukazatele nepřetržitosti krátkodobé odstávky, protože jejich doba trvání se uvažuje jeden den, tedy jedna pracovní směna. Odstávka opakovaná je myšlena tak, že se vedení odpojí na pracovní směnu, kdy se na něm provádí práce a při skončení této směny je opravovaná část opět zapnuta a je v provozu a vypne se zase následující den. Takhle to pokračuje, dokud práce není hotová. Ovšem musíme vzít v úvahu pravidla o provozování distribuční soustavy a dodržet tak povolené doby omezení jednoho odběratele elektřiny v průběhu sedmi kalendářních dnů a také maximální povolenou délku pro jednu odstávku. Tento druh má už větší vliv na ukazatele SAIFI než SAIDI, protože ukazatel SAIFI závisí na počtu odpojení zařízení od sítě, kdežto ukazatel SAIDI závisí na celkové době odpojení, a proto tento ukazatel více ovlivní až odstávka dlouhodobá, kde je část vedení před započítáním práce odpojena a připojena až po dokončení všech prací na něm. Takto se dělá především přestavba vedení.

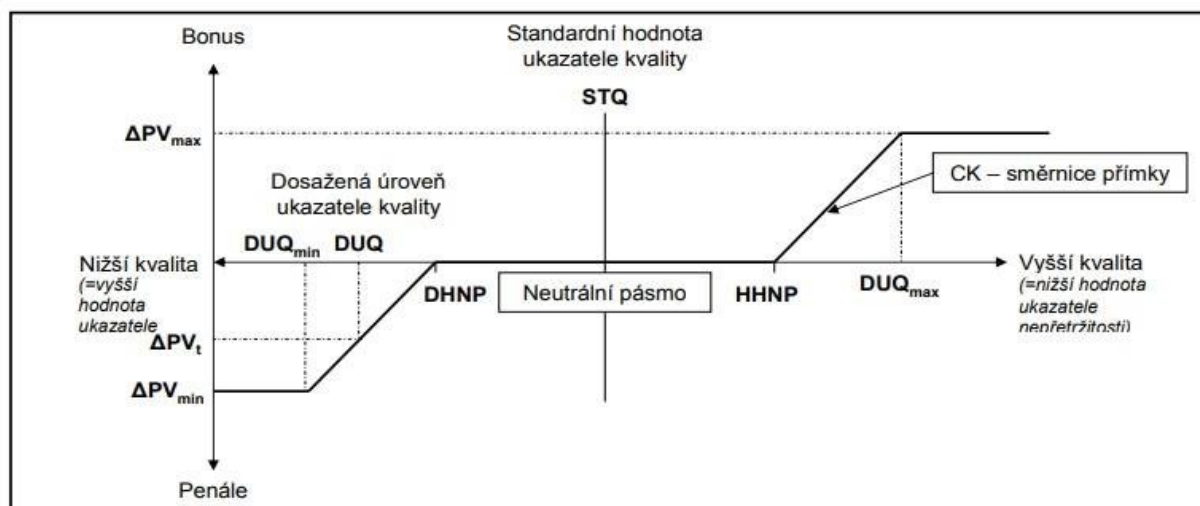
7.1 Hodnocení ukazatelů nepřetržitosti

Snaha dodržet co nejnižší hodnotu ukazatelů SAIFI i SAIDI je velmi důležitá. Provozovatelé distribučních soustav jsou povinni vypracovávat roční zprávu o kvalitě dodávky a hodnotě ukazatelů SAIFI i SAIDI energetickému úřadu. Jsou předem stanoveny hodnoty, které distributor nesmí překročit. V případě překročení této hodnoty bude muset zaplatit penále a naopak při snížení ukazatele pod určitou hodnotu mu bude vyplacen příslušný bonus.

Pro jednotlivé držitele licence jsou stanoveny individuální parametry ukazatele kvality. V případě požadovaných hodnot ukazatelů SAIFIQ, SAIDIQ se jedná o celosystémové ukazatele, tj. ukazatele pro celou distribuční soustavu příslušného provozovatele soustavy bez rozlišení napěťových úrovní. [5]

Výše penále nebo bonusu za dosaženou úroveň kvality distribuce elektřiny se stanoví v závislosti na dosažených hodnotách ukazatelů nepřetržitosti distribuce elektřiny vzhledem k úřadem stanoveným požadovaným hodnotám. [5]

Současně s požadovanými parametry kvality jsou stanoveny „horní a dolní meze“, od kterých je dále uplatňována maximální hodnota bonusu respektive penále. Nadále se předpokládá s využitím tzv. „neutrálního pásma“, v rámci kterého nedochází k uplatňování bonusů či sankcí. Tímto prvkem je částečně možné eliminovat pravděpodobné meziroční výkyvy v dosahovaných hodnotách ukazatelů nepřetržitosti. Bližší podrobnosti mechanismu motivační regulace kvality jsou patrné z následujícího grafu: [5]



Obr 7.1 Schéma motivační regulace kvality [5]

kde :

ΔPV_t	finanční vyjádření bonusu nebo penále za dosaženou kvalitu,
t	pořadové číslo regulovaného roku,
DUQ	hodnota dosažené úrovně ukazatele kvality v období rozhodném pro hodnocení kvality služeb pro příslušný rok regulačního období,
CK	jednotková cena kvality,
ΔPV_{max}	maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb,
ΔPV_{min}	maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb,
$DHNP$	dolní hranice neutrálního pásma,
$HHNP$	horní hranice neutrálního pásma,
STQ	hodnota požadované úrovně ukazatele kvality (parametry SAIFI _Q , SAIDI _Q),
DUQ_{max}	limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota bonusu za dosaženou kvalitu služeb,
DUQ_{min}	limitní hodnota ukazatele kvality, od níž je uplatňována maximální hodnota penále za dosaženou kvalitu služeb.[5]

Tab.7.1 Hodnoty oceňované kvality vztažené pro ukazatel SAIFI [5]

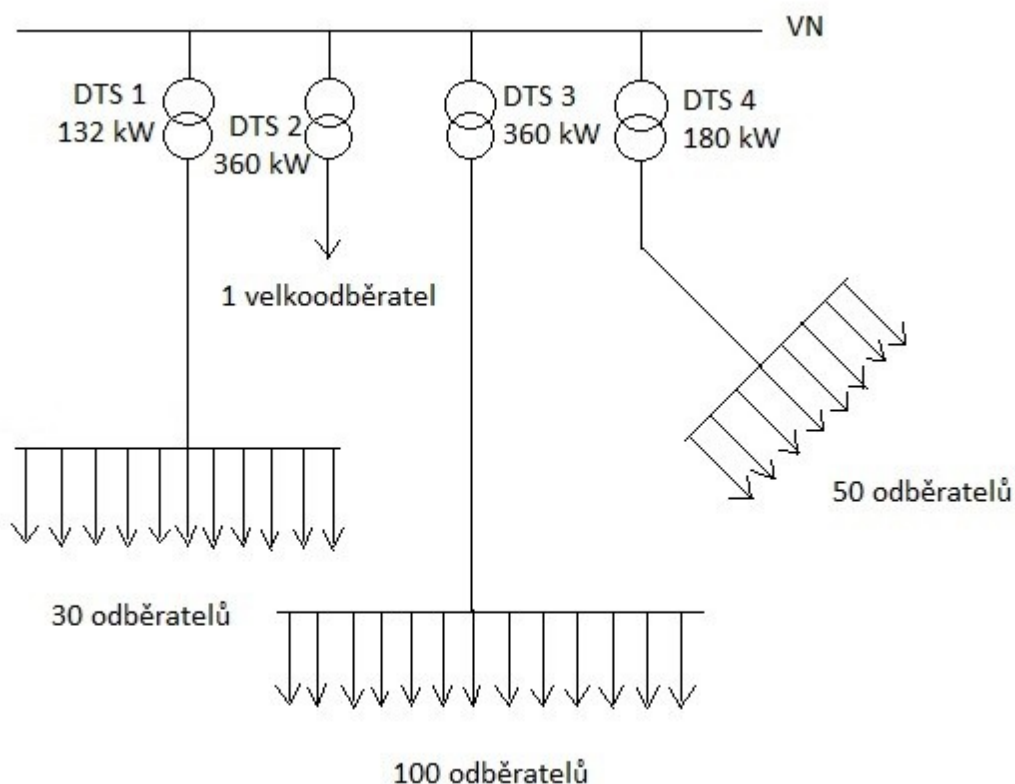
SAIFI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ distribuce	2,360	1,25%	2,331	2,301	2,273	± 5%	± 15%
E.ON distribuce	1,570	0,75%	1,558	1,547	1,535	± 5%	± 15%
PRE distribuce	0,440	2,5%,3%	0,330	0,320	0,310	± 10%	± 25%

Tab.7.2 Hodnoty oceňované kvality vztažené pro ukazatel SAIDI [5]

SAIDI	Referenční hodnota	Roční zpříšňování	Požadovaná hodnota pro rok 2016	Požadovaná hodnota pro rok 2017	Požadovaná hodnota pro rok 2018	Hranice neutrálního pásma	Maximální bonus/penále
ČEZ distribuce	262,700	2,5%	256,133	249,729	243,486	± 5%	± 15%
E.ON distribuce	275,360	5%	261,592	248,512	236,087	± 5%	± 15%
PRE distribuce	37,370	5%	35,502	33,726	32,040	± 10%	± 25%

8. Analýza dosažených výsledků a stanovení závěrů pro praxi

V tomto případě jsem si pro názornou ukázkou vytvořil náhradní model vedení paprskové sítě s odstávkou na napěťové hladině VN.



Obr. 8.1 Schéma modelu paprskové sítě

V síti jsou připojeny 4 distribuční stanice (DTS) a na ně je připojeno celkem 181 odběratelů z nichž je jeden velkoodběratel. Celkový odebíraný výkon je 1 032 kW.

Rozložení odběratelů na jednotlivé DTS :

Na DTS 1 je připojeno 30 odběratelů s celkovým odebíraným výkonem 132 kW.

Na DTS 2 je připojen jeden velkoodběratel s celkovým odebíraným výkonem 360 kW.

Na DTS 3 je připojeno 100 odběratelů s celkovým odebíraným výkonem 360 kW.

Na DTS 4 je připojeno 50 odběratelů s celkovým odebíraným výkonem 180 kW.

V případě odstávky na hladině VN, například rekonstrukci betonového sloupu bude přerušena dodávka energie do všech distribučních stanic a budou odpojeni všichni odběratelé. Jedná se tedy o odstávku s omezením odběratelů, která má vliv na ukazatele nepřetržitosti SAIFI i SAIDI.

8.1 Příklad obnovení dodávky elektrické energie použitím náhradních zdrojů

V případě, kde budeme uvažovat krátkodobou odstávku s dobou trvání 8 hodin, přijdeme o odběr zákazníků

$$1032 \cdot 8 = 8\,256 \text{ kWh} = 8,256 \text{ MWh} \quad (8.1)$$

Při dané sazbě za odběr elektřiny 3000 Kč za 1 MWh bude hodnota ušlého zisku celkem 24 768 Kč.

Z pohledu dodavatele elektřiny se jedná pouze o ušlý zisk za nedodanou energii, ale z pohledu zákazníků je ta ztráta vždy vyšší. Například z důvodu zpoždění výroby, nutnosti dát zaměstnancům dovolené apod.

Z tohoto důvodu je třeba do sazby za ušlý zisk zahrnout i spokojenost zákazníků a také dobré jméno společnosti za kvalitní a spolehlivou dodávku elektrické energie. Zvýšíme tedy sazbu za ušlý zisk za odstavení odběratelů na 5 000 Kč za 1 MWh. Tím nám tedy celkový ušlý zisk z krátkodobé odstávky vzroste na 41 280 Kč.

Možnosti obnovení dodávky elektrické energie odběratelům :

V tomto případě můžeme použít elektrocentrály jako náhradní zdroj energie, které se připojí do jednotlivých distribučních stanic. V našem případě budeme tedy potřebovat 4 elektrocentrály. Na českém trhu se nachází mnoho firem, které nabízí pronájem těchto elektrocentrál s dopravou i instalací. Například firmy CE energy , Fadet nebo Ospot tech. Pro svůj výpočet jsem vybral firmu Ospot tech, která pronajímá elektrocentrály jako náhradní zdroje elektrické energie mnoha výkonů.

Dle katalogu, který je uveden na internetových stránkách firmy Ospot tech si vybereme elektrocentrály dle našeho odebíraného výkonu jednotlivých distribučních stanic.

- na DTS 1 máme odebíraný výkon 132 kW

dle katalogu jsem pro tuto distribuční stanici vybral elektrocentrálu s označením ER 150, která dodává maximální výkon 132 kW a dle sazby za denní nájemné, v našem případě sazba za pronájem na dobu 1-2 dny činí 5 500 Kč za den.

- na DTS 2 máme odebíraný výkon 360 kW

v tomto případě jsem dle katalogu vybral elektrocentrálu s označením ER 400, která dodává maximální výkon 360 kW a dle sazby za denní nájemné opět pro sazbu pronájmu na 1-2 dny činí pronájem 12 000 Kč za den.

- na DTS 3 máme odebíraný výkon 360 kW, tedy stejný jako na DTS 2. Z katalogu tedy vybereme stejnou elektrocentrálu jako pro distribuční trafostanici DTS 2 a tou je ER 400 s denním pronájmem znovu 12 000 Kč za den.

- na DTS 4 máme odebíraný výkon 180 kW, dle katalogu jsem vybral elektrocentrálu s označením ER 200, která dodává maximální výkon 180 kW a dle sazby za denní nájemné po dobu 1-2 dnů nájemné činí 6 000 Kč za den.

Tab.8.1 Náklady za pronájem jednotlivých elektrocentrál

	Odebíraný výkon [kW]	Typ elektrocentrály	Pronájem [Kč/den]
DTS 1	132	ER 150	5 500
DTS 2	360	ER 400	12 000
DTS 3	360	ER 400	12 000
DTS 4	180	ER 200	6 000
celkem	1 032	-	35 500

Za pronájem těchto elektrocentrál po dobu naší osmi hodinové odstávky zaplatíme 35 000 Kč.

Ke každé z těchto elektrocentrál musíme také přičíst náklady za dopravu a také náklady za instalaci a následnou deinstalaci.

Dle katalogu si vypočítáme cenu za dopravu každé z těchto elektrocentrál a poté jejich součtem určíme celkové náklady na dopravu.

Za dopravu elektrocentrály typu ER 150 si firma Ospot tech účtuje cenu 20 Kč za ujetý kilometr. Stejnou cenu si Ospot tech účtuje také pro typ ER 200. Za poslední námi vybraný typ ER 400 si Ospot tech účtuje 40 Kč za ujetý kilometr.

Pro dopravu každé z těchto elektrocentrál je potřeba urazit vzdálenost 20 km. Tuto vzdálenost musíme pro každou elektrocentrálu započítat dvakrát. V prvním případě pro dovoz elektrocentrály na místo určení a v druhém případě pro její následný odvoz.

Při dopravě elektrocentrály ER 150 na DTS 1 je cena za dovoz 20 km i odvoz 20 km celkem 800 Kč. Při dopravě elektrocentrály ER 400 na DTS 2 je cena za dovoz 20 km i odvoz 20 km celkově 1 600 Kč. Stejnou cenu zaplatíme i v případě dopravy elektrocentrály ER 400 na DTS 3 tedy 1 600 Kč. Za dopravu poslední elektrocentrály tedy ER 200 na DTS 4 zaplatíme 800 Kč.

Tab.8.2 Náklady za dopravu jednotlivých elektrocentrál

	Typ elektrocentrály	Vzdálenost [km]	Cena [Kč/km]	Cena za dopravu [Kč]
DTS 1	ER 150	2 x 20	20	800
DTS 2	ER 400	2 x 20	40	1 600
DTS 3	ER 400	2 x 20	40	1 600
DTS 4	ER 200	2 x 20	20	800
celkem	-	40	-	4 800

Dále musíme u každé z těchto elektrocentrál dle katalogu započítat do nákladů cenu práce za jednu hodinu instalace a také jednu hodinu za deinstalaci, kde si Ospot tech účtuje 380 Kč za hodinu práce.

Tab.8.3 Náklady za instalaci a deinstalaci

	Typ elektrocentrál	Doba práce [hod]	Cena práce za hodinu [Kč]	Cena za práci [Kč]
DTS 1	ER 150	2	380	760
DTS 2	ER 400	2	380	760
DTS 3	ER 400	2	380	760
DTS 4	ER 200	2	380	760
Celkem	-	8	-	3 040

Celkové náklady za obnovení dodávky energie zaplatíme :

Tab.8.4 Celkové náklady za pronájem

Za pronájem elektrocentrál	35 500 Kč
Celkem za dopravu	4 800 Kč
Za instalaci i deinstalaci	3 040 Kč
Celkem	43 340 Kč

Z výpočtu vidíme, že cena za obnovení dodávky elektrické energie všem odběratelům, která činí 43 340 Kč je větší než ušlý zisk za nedodání elektrické energie i se započítáním spokojenosti zákazníků i dobrého jména společnosti, který byl 41 280 Kč.

V tomto případě bych tedy tuto možnost nedoporučoval!

Toto tvrzení ovšem platí pro krátkodobou odstávku s délkou pouze 8 hodin. V případě odstávky, která zahrnuje více prací a její délku odhadujeme na dobu 12 hodin, už bych tento způsob obnovení dodávky elektrické energie doporučil. A to z důvodu zvýšení ušlého zisku ze 41 280 Kč za osmi hodinovou odstávku na 61 920 Kč za odstávku dvanácti hodinovou. Ušlý zisk se nám zvýšil o 1/3, avšak celkové náklady za pronájem elektrocentrál a tak obnovu elektrické energie odběratelům zůstávají stejné díky tarifu, který umožňuje pronájem elektrocentrál na celý den. V tomto případě delší odstávky než osm hodin se také musíme držet pravidel o provozování distribučních soustav, které hovoří, že maximální doba pro jedno vypnutí je v období listopad až březen maximálně 8 hodin a v období listopad až březen je maximální doba pro jedno vypnutí 12 hodin.

Ušlý zisk za nedodanou elektrickou energii po dobu jedné hodiny

$$41\,280 \div 8 = 5160 \text{ Kč} \quad (8.2)$$

Ušlý zisk za nedodanou elektrickou energii po dobu dvanácti hodin

$$5\,160 * 12 = 61\,920 \text{ Kč} \quad (8.3)$$

Z tohoto výpočtu vidíme, že ušlý zisk pro odstávku po dobu dvanácti hodin činí 61 920 Kč a celkové náklady na pronájem elektrocentrál jsou stále jen 43 340 Kč. V tomto případě je úspora za obnovení dodávky odběratelům

$$61\,920 - 43\,340 = 18\,580 \text{ Kč} \quad (8.4)$$

a můžeme tedy říci, že v případě delší odstávky se toto řešení vyplatí!

Stejně tak je tomu i u odstávek opakovaných či dlouhodobých, protože dle katalogu firmy Ospot tech využijeme lepší tarif pro výhodnější ceny za pronájem elektrocentrál na více dnů. V následující tabulce si uvedeme zvýhodňující tarif za pronájem elektrocentrály ER 400 na různý počet dnů.

Tab.8.5 Denní nájemné elektrocentrály ER 400

Počet dní k pronájmu [-]	Cena za den [Kč]
1-2 dny	12 000
3-14 dní	10 000
15-20 dní	9 000
21-30 dní	8 000
Nad 30 dní	7 000

V této tabulce vidíme poměrně velké cenové zvýhodnění za delší dobu pronájmu elektrocentrály ER 400. Z tohoto důvodu můžeme říci, že obnovení dodávky elektrické energie odběratelům tímto způsobem se více vyplatí u odstávek opakovaných nebo dlouhodobých než u odstávek krátkodobých. Také se tímto způsobem vyhneme případným sankcím za nedodržení legislativy pro maximální dobu přerušení dodávky elektrické energie odběratelům. Můžeme také říci, že nepřerušení dodávky odběratelům má kladný vliv na ukazatele nepřetržitosti SAIFI, SAIDI i CAIDI. Jeho výhody za dodržování a případné bonusy i sankce jsme si uvedli v předchozí kapitole.

8.2 Příklad obnovení dodávky elektrické energie výstavbou náhradního vedení

Toto řešení se využívá u dlouhodobých odstávek.

V případě výstavby provizorního VN vedení se zhruba uvádí náklady 1 000 000 Kč na 1 km délky vedení, vidíme tedy, že je tento typ řešení velmi nákladný. Pro případ naší odstávky dle schématu si vypočítáme potřebnou délku odstávky, pro kterou bude z ekonomického hlediska výhodnější výstavba náhradního vedení než použití náhradních zdrojů v předchozím případě.

Počítejme tedy celkové náklady na obnovení dodávky elektrické energie tímto způsobem na částku 1 000 000 Kč. Abychom zjistili, při jak dlouhé odstávce je tento způsob výhodnější, je nutné vypočítat si délku odstávky pro způsob použití náhradních zdrojů při celkových nákladech vyšších než 1 000 000 Kč. Při tomto výpočtu opět vycházíme z katalogu pro pronájem elektrocentrál od firmy Ospot tech.

Tab.8.6 Nájemné za pronájem elektrocentrál s dobou delší než 30 dní

	Typ elektrocentrály	Cena [Kč/den]
DTS 1	ER 150	3 000
DTS 2	ER 400	7 000
DTS 3	ER 400	7 000
DTS 4	ER 200	4 100

Náklady za dopravu, instalaci i deinstalaci zůstávají stejné. Tedy dle tabulky tab.8.2 celkové náklady na dopravu jsou 4 800 Kč. A náklady na instalaci a deinstalaci elektrocentrál potom dle tab.8.3 jsou 3 040 Kč. Celkové náklady mimo samotných nákladů za délku pronájmu jsou:

$$4800 + 3040 = 7840 \text{ Kč} \quad (8.5)$$

V případě třiceti denní odstávky za pronájem elektrocentrál zaplatíme:

Tab.8.7 Náklady na třiceti denní pronájem elektrocentrál

	Typ elektrocentrály	Cena [Kč/den]	Počet dní [-]	Cena [Kč]
DTS 1	ER 150	3 000	30	90 000
DTS 2	ER 400	7 000	30	210 000
DTS 3	ER 400	7 000	30	210 000
DTS 4	ER 200	4 100	30	123 000
doprava				4 800
Instalace				3040
Celkové náklady				640 840

$$1\,000\,000 - 640\,840 = 359\,160 \text{ Kč} \quad (8.6)$$

Z následujícího vzorce můžeme říci, že v případě třiceti denní odstávky je způsob použití náhradních zdrojů výhodnější o 359 160 Kč než výstavba provizorního vedení. Pro využití způsobu náhradního vedení je třeba delší odstávky.

Tab.8.8 Pronájem elektrocentrál pro různý počet dní

Počet dní pronájmu [-]	Cena za pronájem [Kč]	Celkové náklady [Kč]
30	633 000	640 840
35	738 500	746 340
40	844 000	851 840
45	949 500	957 340
50	1 055 000	1 062 840
55	1 160 500	1 168 340
60	1 266 000	1 273 840

V uvedené tabulce tab.8.8 vidíme, že náklady za pronájem elektrocentrál přesahují náklady na výstavbu náhradního vedení až v případě padesáti denní odstávky a to o 62 840 Kč. Tedy při padesáti denní odstavce se výstavbou náhradního vedení ušetří 62 840 Kč.

Výpočet minimální délky odstávky pro ekonomicky výhodnější použití náhradního vedení:

Tab.8.9 Minimální délka odstávky

Počet dní odstávky [-]	Cena za pronájem [Kč]	Celkové náklady [Kč]
49	1 033 900	1 041 740
48	1 012 800	1 020 640
47	991 700	999 540

Dle tabulky tab.8.9 vidíme, že v případě odstávky s délkou trvání 47 dní jsou náklady na výstavbu náhradního vedení už jen minimálně větší než u využití náhradních zdrojů, a to o 460 Kč. V případě odstávky s délkou trvání 48 dní už je výstavba náhradního vedení výhodnější možností s ekonomickou úsporou 20 640 Kč.

Z uvedených příkladů můžeme říci, že v případě krátkodobé odstávky, při níž je obnovení dodávky elektrické energie nákladnější než ušlý zisk za nedodanou energii i se započítáním dobrého jména společnosti a spokojenosti zákazníka, je ekonomicky výhodnější nechat po tuto krátkou dobu odběratele odpojené. To má ovšem negativní vliv na ukazatele nepřetržitosti SAIFI, SAIDI i CAIDI. V případě distribučních trafostanic DTS 1, DTS 3 a DTS 4 se jedná o využití velkého počtu odběratelů, proto má přerušení jejich dodávky větší vliv na ukazatel SAIDI, než u distribuční trafostanice DTS 2, na kterou je připojen pouze jeden velkoodběratel. Přerušení jeho dodávky ovšem přináší negativní vliv v podobě nespokojenosti zákazníka z důvodu nemožnosti výroby ve firmě, nutnost dát zaměstnancům dovolené a podobně. Pokud ovšem doba odstávky překračuje osm hodin, pak bych dle mých výpočtů doporučil obnovit dodávku elektrické energie za pomoci připojení náhradních zdrojů do distribučních stanic. V tomto případě jsme také dle pravidel o provozování distribučních soustav v kapitole 4.5 v období listopad až březen povinni obnovit dodávku elektrické energie z důvodu maximální doby pro jedno vypnutí s délkou osm hodin. Toto řešení má v případě našeho modelu vedení už při odstávce s dobou trvání 12 hodin ekonomickou úsporu 18 580 Kč. Nepřerušení dodávky má také kladný vliv na ukazatele nepřetržitosti SAIFI, SAIDI i CAIDI, který si distributoři elektrické energie stále více sledují díky hodnocení ukazatelů energetickým regulačním úřadem, které je uvedeno v kapitole 7.1. Řešení obnovení dodávky za pomoci připojení náhradních zdrojů do distribučních stanic bych realizoval i při odstávkách opakovaných i dlouhodobých. V tomto případě se také vyhneme případným sankcím za porušení legislativy pravidel o provozování distribučních soustav. V mimořádných případech můžeme také pro obnovu dodávky elektrické energie odběratelům použít výstavbu provizorního vedení. Toto řešení je ovšem velmi nákladné. Náklady na jeho výstavbu se počítají přibližně jeden milión korun na jeden kilometr délky vedení. Tento způsob má také další nevýhodu spojenou s vlastnictvím pozemků, kde je třeba toto vedení z důvodu odstávky hlavního vedení postavit. Dle mých výpočtů jsem zjistil, že tato metoda je výhodná až při odstávce s délkou trvání alespoň 48 dní. Takhle dlouhé odstávky na hladině VN nejsou běžné a proto bych výstavbu náhradního vedení v tomto případě jako obnovení dodávky elektrické energie nedoporučoval, pokud by to nebylo nezbytně nutné.

Závěr

Tato práce se zabývá jednotlivými odstávkami v distribuční síti a snížení jejich dopadu na odběratele elektřiny.

První kapitola je věnována teorii elektrizační soustavy a rozboru distribučních sítí dle různých napětových hladin. Jsou zde také zmíněny druhy jednotlivých rozvodů distribuční sítě.

V druhé kapitole je prováděna analýza vývoje distribuční soustavy České republiky vypracovaná z ročních zpráv o provozu Energetickým regulačním úřadem. Analýza je prováděna pro období od roku 2011 až do roku 2016 s ohledem na změnu vývoje délky venkovního vedení, délky kabelového vedení a roční změny počtu odběrných míst. Všechny tyto údaje jsou zpracovány pro různé napětové hladiny.

Třetí kapitola se zabývá platnou legislativou spojenou s provozováním distribučních soustav v České republice.

Ve čtvrté kapitole se zabývám přípravou provozu distribuční soustavy a jsou zde uvedeny požadované informace o odstávce. Dále je zde rozdělení plánovaných odstávek s analýzou počtu odstávek za období od roku 2008 až do roku 2012 a jejich rozdělení dle různých napětových hladin.

Dále jsou v práci uvedeny vlivy jednotlivých druhů odstávek na ukazatele nepřetržitosti distribuce. Z analýzy omezení při odstávkách v různých napětových hladinách jsem zjistil, že při odstávkách na napětové hladině VVN odběratele elektřiny neomezíme a můžeme tedy říci, že tento druh odstávky na ukazatele nepřetržitosti nemá vliv. U napětové hladiny VN při téměř 23 procentech všech prací odběratele omezíme, a proto má odstávka na hladině VN vliv na ukazatele nepřetržitosti. Největší vliv na tyto ukazatele mají až odstávky na hladině NN, kde dojde k omezení odběratelů při téměř 83 procentech prováděných prací. Bez rozdílů napětových hladin má téměř 24% všech odstávek vliv na ukazatele nepřetržitosti, protože při nich dojde k omezení odběratelů. Tomuto se ovšem snažíme zabránit a hodnotu těchto ukazatelů tak snížit. Existuje několik možností, jak tento negativní dopad omezit. Jednou z nich je koordinace odstávek, kdy se pokusíme sloučit více prací na jednu odstávku a tak snížit jejich celkový počet. Ke koordinaci je nutné mít podklady k roční přípravě provozu, tedy mít k dispozici soupis všech plánovaných prací s předstihem větším než jeden rok. Pokud tyto podklady nemáme, nemůžeme koordinaci vůbec použít. Další možností, jak snížit celkový počet odstávek, je optimalizace prací pro údržbu dle ŘPÚ.

Další možnosti omezení vlivu plánovaných odstávek na odběratele elektřiny budou zvoleny v průběhu realizace konkrétní odstávky. Těmito jsou použití náhradních zdrojů, práce pod napětím a výstavba náhradního provizorního vedení. Ve své práci jsem na daném modelu vedení provedl ekonomickou analýzu s cílem zvolit a doporučit nejvhodnější řešení, jak vyplývá z podrobného rozboru v předchozí kapitole. Doporučil jsem také optimální řešení pro různé druhy odstávek s ohledem na různou délku trvání odstávky.

Seznam použité literatury

- [1] RUSEK, Stanislav. *Teoretická elektroenergetika* [online]. Ostrava, 2007 [cit. 2018-04-29].
- [2] *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-04-29].
- [3] TOMAN, Petr. *Provoz distribučních soustav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04935-8.
- [4] ČEZ distribuce. *Cezdistribuce.cz* [online]. [cit. 2018-04-29].
- [5] ERÚ: energetický regulační úřad. *Eru.cz* [online]. [cit. 2018-04-29].
- [6] ŠOLTYS, Jiří. *Optimalizace plánovaných odstávek v distribučních sítích*. Ostrava, 2014. Disertační práce. VŠB.
- [7] Ospotech. *Ospotech.cz* [online]. [cit. 2018-04-29].